



TUGAS AKHIR SM-141501

**ANALISIS PENGUKURAN RISIKO MENGGUNAKAN
GENERALIZED PARETO DISTRIBUTION
PADA KLAIM ASURANSI JIWA PT. Y**

SHAFARINA PUTRI SUKMAYANI
NRP 1211 100 001

Dosen Pembimbing
Endah Rokhmati M.P., Ph.D
Dra. Farida Agustini W., MS.

JURUSAN MATEMATIKA
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015



FINAL PROJECT SM-141501

RISK MEASUREMENT ANALYSIS USING GENERALIZED PARETO DISTRIBUTION IN LIFE INSURANCE CLAIM OF PT.Y

SHAFARINA PUTRI SUKMAYANI
NRP 1211 100 001

Supervisor
Endah Rokhmati M.P., Ph.D
Dra. Farida Agustini W., MS.

DEPARTMENT OF MATHEMATICS
Faculty of Mathematics and Natural Science
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2015

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS PENGUKURAN RISIKO MENGGUNAKAN
GENERALIZED PARETO DISTRIBUTION PADA
KLAIM ASURANSI Jiwa PT. Y**

***RISK MEASUREMENT ANALYSIS USING
GENERALIZED PARETO DISTRIBUTION IN LIFE
INSURANCE CLAIM OF PT.Y***

TUGAS AKHIR

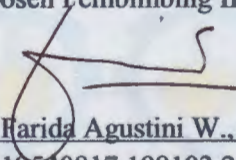
Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
Untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
Pada bidang studi Matematika Terapan
Program Studi S-1 Jurusan Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh :

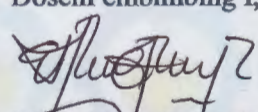
**SHAFARINA PUTRI SUKMAYANI
NRP. 1211 100 001**

Menyetujui,

Dosen Pembimbing II,


Dra. Farida Agustini W., MS
NIP. 19540817 198103 2 003


Dosen Pembimbing I,


Endah Rokhmah M.P., Ph.D
NIP. 19761213 200212 2 001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Matematika
FMIPA ITS




Prof. Dr. Etna Apriliani, M.Si
NIP. 19660414 199102 2 001
Surabaya, Juli 2015

ANALISIS PENGUKURAN RISIKO MENGGUNAKAN *GENERALIZED PARETO DISTRIBUTION* PADA KLAIM ASURANSI JIWA PT. Y

Nama Mahasiswa : Shafarina Putri Sukmayani
NRP : 1211 100 001
Jurusan : Matematika FMIPA ITS
Pembimbing : 1. Endah Rokhmati M.P., Ph.D
2. Dra. Farida Agustini W., MS.

Abstrak

Terjadinya klaim termasuk kejadian ekstrim yang dapat menyebabkan timbulnya risiko kerugian bagi perusahaan asuransi. Salah satu metode untuk mengendalikan risiko yang akan dialami perusahaan asuransi akibat klaim adalah *Extreme Value Theory*. Identifikasi nilai ekstrim pada klaim dilakukan dengan metode *Peaks Over Threshold*. Setelah itu, menentukan estimasi parameter dari *Generalized Pareto Distribution* menggunakan *Maximum Likelihood Estimation*. Untuk menghitung besar risiko dari klaim asuransi digunakan metode *Tail Value at Risk* sehingga diketahui klaim mana yang memberikan risiko terbesar bagi perusahaan asuransi. Tugas Akhir ini menggunakan dua jenis klaim asuransi jiwa PT. Y, yaitu klaim penebusan dan klaim meninggal. Hasil yang diperoleh dalam Tugas Akhir ini adalah klaim penebusan memberikan risiko terbesar bagi PT. Y.

Kata Kunci: Klaim, *Peaks Over Threshold*, *Generalized Pareto Distribution*, *Maximum Likelihood Estimation*, *Tail Value at Risk*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

RISK MEASUREMENT ANALYSIS USING GENERALIZED PARETO DISTRIBUTION IN LIFE INSURANCE CLAIM OF PT.Y

Name : Shafarina Putri Sukmayani
NRP : 1211 100 001
Department : Mathematics FMIPA ITS
Supervisors : 1. Endah Rokhmati M.P., Ph.D
2. Dra. Farida Agustini W., MS.

Abstract

The occurrence of claims, including extreme events, can cause losses for the insurer. One of the method to control the loss experienced by the insurer is Extreme Value Theory method. Identificaton of extreme values using Peaks Over Threshold. Then, parameter of Generalized Pareto Distribution estimating using Maximum Likelihood Estimation. The results of the parameter estimation will be used to calculate the risk of insurance claims. In order to know which claims that provide the greatest risk to the insurer, method of Tail Value at Risk is used to calculate the risk of insurance claims. This final project uses two types of life insurance claims are early claims and death claims. The result showed that early claims is the greatest risk to PT. Y.

Keywords: *Claim, Peaks Over Threshold, Generalized Pareto Distribution, Maximum Likelihood Estimation, Tail Value at Risk*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan ke hadirat Allah SWT atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“ANALISIS PENGUKURAN RISIKO MENGGUNAKAN *GENERALIZED PARETO DISTRIBUTION* PADA KLAIM ASURANSI JIWA PT. Y”**. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat kelulusan Program Sarjana Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember (FMIPA ITS). Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik berkat dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Erna Apriliani, M.Si selaku Ketua Jurusan Matematika FMIPA ITS.
2. Ibu Endah Rokhmati M.P., Ph.D dan Ibu Dra. Farida Agustini W., M.Kes selaku dosen pembimbing atas segala bimbingan, kesabaran, dan dukungan kepada penulis selama pengerjaan Tugas Akhir ini sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
3. Ibu Dra. Nuri Wahyuningsih, M.Kes, Ibu Dra. Titik Mudjiati, M.Si, dan Bapak Drs. Sadjidon, M.Si selaku dosen penguji atas saran yang diberikan untuk perbaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Drs. Chairul Imron, M.Komp selaku koordinator tugas akhir Jurusan Matematika FMIPA ITS.
5. Bapak Ibu Sunarsini, M.Si selaku dosen wali.
6. Bapak dan Ibu dosen serta staff Jurusan Matematika FMIPA ITS.

Penulis menyadari bahwa dalam Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik dari pembaca. Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi semua pihak.

Surabaya, Juli 2015

Penulis

Special thanks to:

Selama proses pengerjaan Tugas Akhir ini tentunya banyak pihak yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materi. Sehubungan dengan hal tersebut, penulis mengucapkan terimakasih sedalam-dalamnya kepada:

1. Bapak Sukamto, Ibu Sarwi , adik-adik, dan eyang tersayang yang selalu mendoakan dan menyemangati selama ini.
2. Lely, Mbak Rosna, Handy, Yahya, dan Christin yang telah membantu dan meluangkan waktu untuk mengajari dengan sabar.
3. Sahabat-sahabatku Rahma, Aza, Henny, Anita, Bella, Bomat atas kebersamaan kalian.
4. Teman-teman seperjuangan wisuda 112 yang telah memberikan dukungan, motivasi, dan saran selama menjalani masa pengerjaan Tugas Akhir.
5. Menara'11, teman-teman Matematika ITS angkatan 2011, keluarga W20 yang telah menjadi keluarga baru bagi penulis.

Serta pihak-pihak lainnya yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|---------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| LEMBAR PENGESAHAN | v |
| ABSTRAK | vii |
| ABSTRACT | ix |
| KATA PENGANTAR | xi |
| DAFTAR ISI | xiii |
| DAFTAR GAMBAR | xv |
| DAFTAR TABEL | xvii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xix |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah | 3 |
| 1.4 Tujuan | 3 |
| 1.5 Manfaat | 3 |
| 1.6 Sistematika Penulisan | 3 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1 Asuransi | 5 |
| 2.2 Risiko | 6 |
| 2.3 <i>Extreme Value Theory</i> (EVT)..... | 7 |
| 2.3.1 <i>Peaks Over Threshold</i> | 9 |
| 2.3.2 <i>Generalized Pareto Distribution</i> | 9 |
| 2.4 <i>Maximum Likelihood Estimation</i> | 11 |
| 2.5 Uji Kesesuaian Distribusi | 12 |
| 2.6 <i>Tail Value at Risk</i> | 13 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | |
| 3.1 Sumber Data | 15 |
| 3.2 Variabel Penelitian..... | 15 |
| 3.3 Tahapan Pengerjaan | 15 |

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

| | |
|---|----|
| 4.1 Deskripsi Data Klaim Penebusan dan Klaim Meninggal | 19 |
| 4.2 Identifikasi Nilai Ekstrim pada Data Klaim... | 20 |
| 4.3 Pengambilan Data Ekstrim dengan <i>Peaks Over Threshold</i> | 24 |
| 4.4 Estimasi Parameter <i>Generalized Pareto Distribution</i> | 26 |
| 4.5 Uji Kesesuaian Distribusi | 32 |
| 4.6 Perhitungan <i>Tail Value at Risk</i> | 33 |

BAB V PENUTUP

| | |
|----------------------|----|
| 5.1 Kesimpulan | 35 |
| 5.2 Saran | 35 |

| | |
|-----------------------------|----|
| DAFTAR PUSTAKA | 37 |
|-----------------------------|----|

| | |
|-----------------------|----|
| LAMPIRAN | 39 |
|-----------------------|----|

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|---|---------|
| Tabel 4.1 Statistik Deskriptif Data Klaim..... | 19 |
| Tabel 4.2 Nilai <i>Threshold</i> Klaim | 24 |
| Tabel 4.3 Estimasi Parameter GPD berdasarkan Jenis Klaim | 32 |
| Tabel 4.4 Uji Kesesuaian Distribusi..... | 33 |

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|---|---------|
| Gambar 2.1 Ilustrasi Pengambilan Data Ekstrim..... | 8 |
| Gambar 2.2 Skema <i>Boxplot</i> | 9 |
| Gambar 3.1 Diagram Alir Tahapan Pengerjaan Tugas Akhir | 17 |
| Gambar 4.1 Histogram Biaya Klaim Penebusan | 21 |
| Gambar 4.2 <i>Probability Plot</i> Biaya Klaim Penebusan | 21 |
| Gambar 4.3 Histogram Biaya Klaim Meninggal | 22 |
| Gambar 4.4 <i>Probability Plot</i> Biaya Klaim Meninggal | 22 |
| Gambar 4.5 <i>Scatterplot</i> Klaim Penebusan | 23 |
| Gambar 4.6 <i>Scatterplot</i> Klaim Meninggal | 23 |
| Gambar 4.7 Skema <i>Boxplot</i> Klaim Penebusan | 25 |
| Gambar 4.8 Skema <i>Boxplot</i> Klaim Meninggal | 25 |

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|---|---------|
| LAMPIRAN A Data Harian Klaim PT. Y (Januari 2012-Desember 2014) | 39 |
| LAMPIRAN B Statistik Deskriptif Data Klaim..... | 47 |
| LAMPIRAN C Data Ekstrim Klaim | 49 |
| LAMPIRAN D <i>Listing Program</i> Iterasi Newton-Raphson pada Matlab..... | 51 |
| LAMPIRAN E Estimasi Paramater <i>Generalized Pareto Distribution</i> | 53 |
| LAMPIRAN F Tabel <i>Kolmogorov- Smirnov</i> | 57 |
| LAMPIRAN G <i>Listing Program</i> Uji Kesesuaian Distribusi dengan Makro Minitab..... | 59 |
| LAMPIRAN H Hasil Uji Kesesuaian Distribusi dengan Makro Minitab | 61 |

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai latar belakang munculnya permasalahan yang dibahas dalam Tugas Akhir ini. Kemudian permasalahan tersebut disusun dalam suatu rumusan masalah dengan batasan masalah sehingga didapatkan tujuan yang diinginkan serta manfaat yang diperoleh. Pada bab ini dijelaskan pula mengenai sistematika penulisan Tugas Akhir.

1.1 Latar Belakang

Setiap tindakan dalam kehidupan manusia tidak akan terlepas dari risiko. Banyaknya risiko yang mungkin terjadi membuat manusia memikirkan perlindungan untuk harta dan jiwa mereka. Risiko adalah kemungkinan terjadinya hal-hal yang tidak diinginkan yang menimbulkan kerugian dan tidak dapat diperhitungkan secara pasti [1]. Sebagai bentuk antisipasi dalam menghadapi risiko yang mungkin terjadi, seseorang memindahkan risiko kepada pihak lain dengan asuransi.

Asuransi merupakan suatu bentuk perlindungan finansial terhadap kejadian yang tidak dapat diduga. Pengertian asuransi secara umum yaitu suatu mekanisme untuk mentransfer risiko dari satu pihak kepada pihak lain yang lebih baik dalam mengatur risiko tersebut [2]. Dalam asuransi, risiko akan ditanggung oleh perusahaan asuransi. Risiko yang ditanggung oleh perusahaan asuransi adalah kerugian yang waktu terjadinya tidak pasti seperti kematian, kecelakaan, dan kehilangan. Dana penggantian kerugian yang diberikan oleh perusahaan asuransi disebut klaim.

Jika total klaim yang harus dibayarkan perusahaan asuransi melebihi batas kemampuan perusahaan maka perusahaan asuransi akan mengalami kerugian. Sehingga dapat dikatakan bahwa klaim merupakan risiko bagi perusahaan asuransi. Berdasarkan hasil keputusan menteri nomor 48/KMK.017/1999 menyatakan bahwa klaim dikategorikan sebagai risiko dari suatu perusahaan asuransi. Selain dikatakan sebagai risiko bagi perusahaan asuransi, klaim dapat dikatakan sebagai suatu

kejadian ekstrim. Hal ini dikarenakan klaim asuransi terjadi untuk waktu yang tidak dapat ditentukan dan terdapat kemungkinan terjadinya klaim dengan jumlah yang besar sehingga sangat berisiko bagi perusahaan asuransi. Oleh sebab itu, perlu adanya usaha untuk mengendalikan risiko tersebut dengan mengukur besar risiko yang akan terjadi. Salah satu metode untuk menganalisis risiko akibat kejadian ekstrim adalah *Extreme Value Theory* (EVT).

Pada penelitian sebelumnya metode EVT digunakan untuk memodelkan risiko dari minyak gandum dan minyak mentah selama krisis ekonomi tahun 2008 yang dilakukan Kourouma, dkk. Penelitian tersebut menggunakan metode *Peaks Over Threshold* (POT) untuk mendapatkan nilai ekstrim. Selanjutnya, metode *Expected Shortfall* atau *Tail Value at Risk* (TVaR) digunakan sebagai perhitungan besar kerugian [3]. Selain dalam bidang keuangan, metode EVT juga dapat digunakan dalam bidang asuransi. Salah satu penelitian yang menggunakan metode EVT dalam bidang asuransi yaitu pengukuran risiko pada klaim asuransi dengan metode *Generalized Extreme Value* (GEV) dan *Generalized Pareto Distribution* (GPD). Dalam penelitian tersebut, perhitungan besar risiko klaim menggunakan metode *Value at Risk* (VaR) [4].

Berdasarkan penelitian terdahulu, diketahui bahwa metode EVT digunakan untuk menganalisis kejadian ekstrim dan metode TVaR digunakan untuk menghitung besar risiko yang akan terjadi. Dalam Tugas Akhir ini dibahas analisis pengukuran risiko menggunakan *Generalized Pareto Distribution* pada klaim asuransi jiwa PT. Y.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, permasalahan Tugas Akhir ini adalah

1. Bagaimana mendapatkan parameter-parameter pada klaim dengan pendekatan *Generalized Pareto Distribution*.
2. Bagaimana menentukan jenis klaim yang memberikan risiko terbesar bagi PT. Y dengan menggunakan metode TVaR.

1.3 Batasan Masalah

Pada Tugas Akhir ini, dibuat batasan masalah yaitu sebagai berikut:

1. Data yang digunakan adalah data klaim asuransi jiwa PT. Y dengan periode Januari 2012 hingga Desember 2014.
2. Jenis klaim yang digunakan adalah klaim penebusan dan klaim meninggal.
3. Variabel yang digunakan adalah biaya klaim harian pada klaim penebusan dan klaim meninggal dari PT. Y.
4. *Software* yang digunakan yaitu R 2.14.0, Minitab 16, dan Matlab.

1.4 Tujuan

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah

1. Mendapatkan parameter-parameter *Generalized Pareto Distribution* pada klaim asuransi jiwa PT. Y.
2. Menentukan jenis klaim yang memberikan risiko terbesar bagi PT. Y dengan menggunakan metode TVaR.

1.5 Manfaat

Manfaat yang didapatkan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai rekomendasi kepada perusahaan asuransi jiwa untuk membantu mengendalikan risiko klaim.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan Tugas Akhir ini disusun berdasarkan sistematika penulisan sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab I berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan dari Tugas Akhir ini.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini diuraikan dasar teori yang digunakan dalam pengerjaan Tugas Akhir, antara lain pengertian asuransi, risiko, EVT, GPD, POT, *Maximum Likelihood Estimation*, uji kesesuaian distribusi, dan *Tail Value at Risk*.

3. BAB III METODE PENELITIAN

Pada Bab III dijelaskan alur kerja dan metode yang digunakan dalam pengerjaan Tugas Akhir. Alur kerja dalam pengerjaan Tugas Akhir ini yaitu, studi literatur, statistik deskriptif, histogram, *normality test*, dan *scatterplot* dari kedua jenis data klaim. Setelah mengetahui karakteristik dan adanya indikasi nilai ekstrim pada data klaim, langkah selanjutnya adalah mencari data ekstrim pada kedua jenis klaim dengan metode POT, mengestimasi parameter GPD, melakukan uji kesesuaian distribusi, dan perhitungan besar risiko klaim dengan *Tail Value at Risk*. Langkah terakhir adalah analisis hasil dan pembahasan serta penarikan kesimpulan.

4. BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini disajikan statistik deskriptif, histogram, *normality test*, *scatterplot* data klaim, estimasi parameter *Generalized Pareto Distribution*, perhitungan besar risiko klaim serta penjelasan mengenai hasil analisa yang diperoleh.

5. BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan akhir yang diperoleh dari analisis hasil serta saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini dijelaskan mengenai teori-teori yang terkait dengan penyelesaian permasalahan Tugas Akhir ini. Pertama, dijelaskan mengenai definisi asuransi dan risiko. Selanjutnya, penjelasan metode-metode yang digunakan, yaitu *Extreme Value Theory*, *Generalized Pareto Distribution*, *Peaks Over Threshold*, *Maximum Likelihood Estimation*, dan uji kesesuaian distribusi. Pada bagian akhir bab ini dijelaskan teori *Tail Value at Risk* sebagai metode perhitungan besar risiko klaim asuransi jiwa.

2.1 Asuransi

Secara umum, asuransi adalah suatu mekanisme untuk mentransfer risiko dari satu pihak ke pihak lain yang lebih baik dalam mengatur risiko [2]. Menurut Undang-Undang Nomor 2 Tahun 1992 pasal 1 asuransi adalah perjanjian antara dua pihak atau lebih, dengan mana pihak penanggung mengikatkan diri kepada tertanggung dengan menerima premi asuransi untuk memberikan penggantian kepada tertanggung karena kerugian, kerusakan atau kehilangan yang diharapkan, atau tanggung jawab hukum kepada pihak ketiga yang mungkin akan diderita tertanggung yang timbul dari suatu peristiwa yang tidak pasti, atau untuk memberikan suatu pembayaran yang didasarkan atas meninggal atau hidupnya seseorang yang dipertanggungkan [1]. Dalam hal ini pihak penanggung adalah perusahaan asuransi dan pihak tertanggung adalah pemegang polis atau pihak ketiga.

Berdasarkan pengertian tersebut, terdapat unsur- unsur penting dalam asuransi, yaitu:

1. Premi, adalah biaya yang dibayarkan pihak tertanggung kepada pihak penanggung untuk risiko yang akan diasuransikan.
2. Klaim, adalah biaya penggantian yang diberikan pihak penanggung kepada pihak tertanggung atas kerugian yang

dialami pihak tertanggung sesuai dengan perjanjian yang tertulis pada polis asuransi.

3. Polis asuransi, adalah surat perjanjian asuransi antara pihak tertanggung dan pihak penanggung yang berisikan rincian informasi mengenai kontrak asuransi.

Penyebab terjadinya klaim yaitu pihak tertanggung meninggal dunia, pemegang polis menghentikan pembayaran premi dan memutuskan perjanjian asuransi saat polis sudah memiliki nilai tunai, perjanjian asuransi telah berakhir sesuai jangka waktu dalam polis dan kewajiban pemegang polis telah terpenuhi, pihak tertanggung mengalami kecelakaan, dan pihak tertanggung diopname atau rawat jalan karena suatu penyakit. Jenis-jenis klaim berdasarkan penyebab terjadinya dapat dibagi menjadi 5, yaitu:

1. Klaim meninggal, yaitu klaim yang timbul karena pihak tertanggung meninggal dunia saat polis masih berlaku.
2. Klaim penebusan, yaitu klaim yang timbul karena pemegang polis memutuskan kontrak asuransi dimana polis telah memiliki nilai tunai.
3. Klaim habis kontrak, yaitu klaim yang timbul jika masa waktu pembayaran premi dan berlakunya polis telah berakhir.
4. Klaim kecelakaan, yaitu klaim yang timbul akibat pihak tertanggung mengalami kecelakaan.
5. Klaim (asuransi rawat inap dan pembedahan) plus rawat jalan, yaitu klaim yang timbul akibat pihak tertanggung menjalani rawat inap karena suatu penyakit.

2.2 Risiko

Secara umum risiko adalah suatu kejadian tidak pasti di masa akan datang yang dapat menimbulkan dampak positif atau negatif [1]. Risiko yang bersifat tidak pasti menyebabkan timbulnya peluang untung dan rugi. Risiko yang menimbulkan suatu kerugian disebut risiko negatif dan risiko yang menimbulkan suatu keuntungan disebut risiko positif. Adanya peluang terjadinya keuntungan dan kerugian menyebabkan seseorang berusaha untuk meningkatkan kemungkinan terjadinya

risiko positif dan mengurangi kemungkinan terjadinya risiko negatif. Terdapat lima respon dalam menghadapi risiko, yaitu:

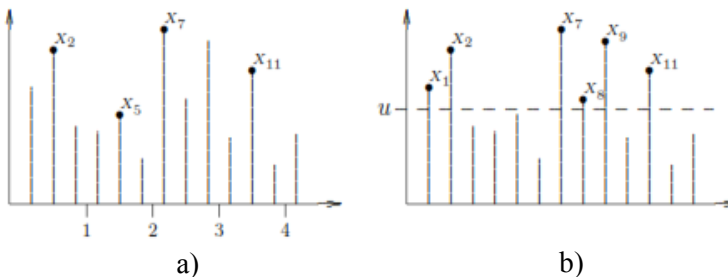
1. Menghindari risiko adalah tindakan untuk tidak melakukan kegiatan yang dapat menimbulkan kerugian. Misalnya, menghindari terjadinya risiko terkena penyakit paru-paru adalah dengan tidak merokok.
2. Mengurangi risiko adalah suatu cara menghadapi risiko dengan melakukan antisipasi jika risiko terjadi. Misalnya, cara mengurangi risiko terjadinya kebakaran adalah memasang alarm kebakaran dan menyediakan alat pemadam kebakaran. Dengan menyediakan alat-alat tersebut maka akan mengurangi potensi terjadinya kerugian yang lebih besar.
3. Mengambil risiko adalah menerima risiko yang terjadi. Mengambil risiko pada umumnya dilakukan jika kemungkinan risiko yang dihadapi kecil dan tidak menimbulkan kerugian yang besar.
4. Mengalihkan risiko adalah cara menghadapi risiko dengan memindahkan risiko terjadinya kerugian kepada pihak lain. Asuransi merupakan bentuk respon menghadapi risiko dengan mengalihkan risiko.
5. Membagi risiko adalah respon terhadap risiko dengan melakukan kerjasama dengan pihak lain untuk membagi risiko yang akan terjadi. Membagi risiko dilakukan jika peluang terjadinya kerugian atau besar kerugian yang dialami relatif besar. Misalnya, perusahaan besar yang dipegang oleh beberapa pihak pemegang saham untuk mengurangi risiko terjadinya kerugian yang besar jika perusahaan mengalami kebangkrutan.

2.3 *Extreme Value Theory (EVT)*

EVT adalah metode untuk menganalisis kejadian ekstrim. Kejadian ekstrim adalah kejadian yang bersifat jarang terjadi dan apabila terjadi dapat menimbulkan suatu nilai dampak yang besar. Dalam bidang asuransi, terjadinya klaim termasuk dalam kejadian ekstrim. Untuk mengurangi risiko akibat kejadian ekstrim

tersebut perlu dilakukan pengamatan kejadian ekstrim menggunakan metode EVT.

Secara umum dalam metode EVT terdapat dua cara untuk mengidentifikasi data ekstrim, yaitu *Block Maxima* (BM) dan *Peaks Over Threshold* (POT). Metode BM adalah metode tradisional yang digunakan untuk menganalisis data dengan tipe musiman. Langkah yang digunakan untuk mengidentifikasi nilai ekstrim dengan metode BM, yaitu membagi data ke dalam ukuran blok yang sama periode tertentu seperti tahunan atau bulanan lalu mengambil nilai maksimum dari tiap blok tersebut. Sedangkan metode POT mengidentifikasi data ekstrim dengan melihat nilai-nilai yang melampaui *threshold* [5]. Ilustrasi pengambilan nilai ekstrim dengan metode BM dan POT dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Ilustrasi Pengambilan Data Ekstrim dengan
a) *Block Maxima* b) *Peaks Over Threshold*

Pada Gambar 2.1 a) data x_2, x_5, x_7, x_{11} menggambarkan data ekstrim BM dengan empat periode yang terdiri dari 3 observasi tiap periodenya. Gambar 2.1 b) menggambarkan pengambilan nilai ekstrim dengan metode POT. Data $x_1, x_2, x_7, x_8, x_9, x_{11}$ merupakan nilai-nilai yang melebihi nilai *threshold* (u) sehingga dikatakan sebagai data ekstrim.

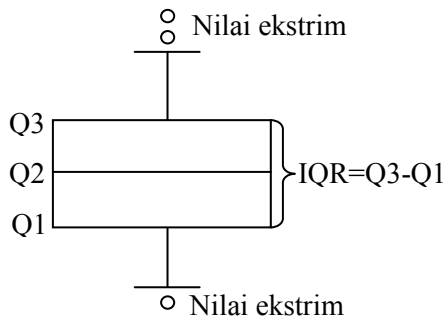
Data ekstrim yang didapatkan melalui metode BM mengikuti distribusi *Generalized Extreme Value* dan data ekstrim dengan metode POT mengikuti *Generalized Pareto Distribution* [5]. Dalam Tugas Akhir ini digunakan metode POT untuk

mengidentifikasi data ekstrim karena metode ini lebih efisien untuk data klaim yang tidak bersifat musiman.

2.3.1 Peaks Over Threshold

Peaks Over Threshold merupakan salah satu metode EVT untuk mengidentifikasi data ekstrim dengan menentukan nilai *threshold*. Penentuan nilai *threshold* sangat penting karena apabila nilai *threshold* terlalu kecil akan mengakibatkan parameter yang bias sedangkan apabila *threshold* terlalu tinggi akan mengakibatkan jumlah observasi menjadi sedikit dan terjadi variansi yang tinggi pada data [6].

Metode untuk menentukan nilai *threshold*, yaitu metode *boxplot*. Metode ini menggunakan kuartil dan jangkauan yang membagi data menjadi empat bagian sama besar. Jangkauan atau *interquartile range* (IQR) didefinisikan sebagai selisih kuartil ketiga dan kuartil pertama. Jarak sebesar $1,5\text{IQR}$ dari kuartil pertama dan kuartil ketiga merupakan nilai *threshold*. Nilai yang lebih dari $1,5\text{IQR}$ terhadap kuartil ketiga dan kurang dari kuartil pertama merupakan nilai ekstrim. Skema *boxplot* dapat dilihat pada Gambar 2.2 [7].



Gambar 2. 2 Skema *Boxplot*

2.3.2 Generalized Pareto Distribution

Generalized Pareto Distribution (GPD) merupakan distribusi untuk memodelkan sebaran data dengan kejadian

ekstrem yang didapatkan dengan metode POT. *Cumulative Distribution Function* (CDF) dan *probability density function* (pdf) GPD adalah

$$F_{\xi,\sigma}(x) = \begin{cases} 1 - \left[1 + \frac{\xi(x)}{\sigma}\right]^{-\frac{1}{\xi}}, & \text{jika } \xi \neq 0 \\ 1 - e^{-\frac{x}{\sigma}}, & \text{jika } \xi = 0 \end{cases} \quad (2.3)$$

$$f_{\xi,\sigma}(x) = \begin{cases} \frac{1}{\sigma} \left[1 + \frac{\xi(x)}{\sigma}\right]^{-1-\frac{1}{\xi}}, & \text{jika } \xi \neq 0 \\ \frac{1}{\sigma} e^{-\frac{x}{\sigma}}, & \text{jika } \xi = 0 \end{cases} \quad (2.4)$$

$\sigma > 0, x \geq 0$ jika $\xi \geq 0$ dan $0 \leq x \leq -\frac{\sigma}{\xi}$ jika $\xi < 0$

dengan

ξ : parameter bentuk (*shape*)

σ : parameter skala (*scale*).

Jika $F(x)$ adalah fungsi distribusi kumulatif variabel acak X dan u adalah nilai *threshold* maka $y = x - u$ adalah nilai yang melebihi *threshold* dengan syarat $X > u$. $F_u(y)$ disebut fungsi distribusi kelebihan bersyarat dan dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$F_u(y) = P(X - u \leq y | X > u) \\ = \frac{F(u+y) - F(u)}{1 - F(u)}. \quad (2.5)$$

Teorema 2.3.1 (Pickands (1975), Balkema dan de Hann (1974))
Fungsi distribusi kumulatif F dengan fungsi distribusi kelebihan bersyarat $F_u(y)$, untuk nilai u yang besar, pendekatan yang baik yaitu

$$F_u(y) \approx F_{\xi,\sigma}(y), \text{ ketika } u \rightarrow \infty \quad (2.6)$$

dimana

$$F_{\xi, \sigma}(y) = \begin{cases} 1 - \left[1 + \frac{\xi(y)}{\sigma}\right]^{-\frac{1}{\xi}}, & \text{jika } \xi \neq 0 \\ 1 - e^{-\frac{(y)}{\sigma}}, & \text{jika } \xi = 0 \end{cases} \quad (2.7)$$

$\sigma > 0, y \geq 0$ jika $\xi \geq 0$ dan $0 \leq y \leq -\frac{\sigma}{\xi}$ jika $\xi < 0$. ■

Berdasarkan Teorema 2.3.1, jika nilai *threshold* semakin tinggi maka data ekstrim akan mengikuti GPD.

Terdapat tiga tipe distribusi dalam GPD berdasarkan parameter bentuk, yaitu jika $\xi = 0$ maka data berdistribusi eksponensial. Jika $\xi > 0$ maka data berdistribusi pareto sedangkan jika $\xi < 0$ maka data berdistribusi beta.

2.4 Maximum Likelihood Estimation

Maximum Likelihood Estimation (MLE) adalah salah satu metode untuk memperoleh estimasi parameter. Estimasi parameter didapatkan dengan memaksimumkan fungsi log *likelihood*. Fungsi *likelihood* merupakan perkalian pdf dari n sampel random. Fungsi *likelihood* dapat dituliskan dalam bentuk persamaan berikut [8]:

$$L(x_1, \dots, x_n; \xi, \sigma) = f(x_1; \xi, \sigma) \dots f(x_n; \xi, \sigma) \\ = \prod_{i=1}^n f(x_i; \xi, \sigma) \quad (2.8)$$

dan fungsi log *likelihood* dapat dituliskan sebagai berikut [8]:

$$\ln L(x_1, \dots, x_n; \xi, \sigma) = \ln \prod_{i=1}^n f(x_i; \xi, \sigma). \quad (2.9)$$

Untuk mendapatkan hasil estimasi, turunan parsial pertama fungsi log *likelihood* terhadap parameter yang akan diestimasi adalah sama dengan 0 sehingga menghasilkan persamaan yang *closed form*. Persamaan *closed form* adalah persamaan dari hasil estimasi parameter yang tidak memuat parameter dari distribusi.

Untuk menyelesaikan persamaan yang tidak *closed form* digunakan analisis numerik, yaitu metode Newton-Raphson [9]. Metode Newton-Raphson dilakukan dengan iterasi untuk

memaksimumkan fungsi log *likelihood*. Berikut tahapan dalam melakukan iterasi Newton-Raphson, yaitu:

1. Mensubstitusi salah satu persamaan estimasi parameter ke persamaan estimasi parameter yang lain.
2. Menentukan nilai estimasi awal.
3. Melakukan iterasi Newton-Raphson dengan persamaan berikut:

$$\xi_{n+1} = \xi_n - \frac{f(\xi)}{f'(\xi)}. \quad (2.10)$$

Iterasi akan berhenti saat $|\xi_{n+1} - \xi_n| < \varepsilon$.

2.5 Uji Kesesuaian Distribusi

Uji kesesuaian distribusi dilakukan untuk mengetahui apakah distribusi yang dihasilkan sesuai dengan teori. Untuk menguji kesesuaian distribusi digunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*. Pengujian ini membandingkan fungsi kumulatif distribusi empiris $S(x)$ dengan fungsi kumulatif distribusi teoritis tertentu $F_0(x)$. Hipotesis nol yang digunakan adalah data mengikuti suatu distribusi tertentu $F_0(x)$ sedangkan untuk hipotesis alternatif yang digunakan adalah data tidak mengikuti suatu distribusi tertentu $F_0(x)$. Hipotesis yang digunakan dapat dituliskan dalam bentuk sebagai berikut [10]:

Hipotesis:

$H_0: F(x) = F_0(x)$ (Data mengikuti distribusi teoritis)

$H_1: F(x) \neq F_0(x)$ (Data tidak mengikuti distribusi teoritis).

Statistik uji:

$$D_{\text{hitung}} = \sup_x |S(x) - F_0(x)| \quad (2.11)$$

dengan

$S(x)$: fungsi kumulatif distribusi empiris, adalah proporsi nilai-nilai pengamatan yang kurang dari sama dengan x

$F_0(x)$: fungsi kumulatif distribusi teoritis.

Kriteria pengujian:

Jika $D_{\text{hitung}} > D_{\text{tabel}}$ maka H_0 ditolak, artinya data tidak mengikuti distribusi teoritis. Sebaliknya, jika $D_{\text{hitung}} < D_{\text{tabel}}$ maka H_0 gagal ditolak, artinya data mengikuti distribusi teoritis.

Nilai D_{tabel} dapat dilihat pada tabel *Kolmogorov-Smirnov* pada Lampiran F dengan taraf signifikansi α adalah lima persen [11].

2.6 Tail Value at Risk

Tail Value at Risk (TVaR) adalah metode perhitungan risiko dengan menghitung besarnya kerugian terburuk yang melebihi *Value at Risk* (VaR). VaR didefinisikan sebagai persentil ke $100p$ dari fungsi distribusi variabel random X . VaR merupakan metode perhitungan risiko untuk data berdistribusi normal. Sedangkan untuk menghitung besarnya risiko yang tidak berdistribusi normal digunakan metode TVaR. TVaR digunakan untuk perhitungan risiko yang dapat melebihi suatu nilai *threshold* sehingga metode ini cocok untuk data yang tidak berdistribusi normal. Berikut merupakan rumus VaR [5]:

$$\text{VaR}_p = F^{-1}(1 - p) \quad (2.12)$$

dengan F merupakan CDF variabel random X dan F^{-1} adalah fungsi invers CDF dari GPD.

Berdasarkan persamaan (2.5) didapatkan persamaan (2.13) dimana $F(u)$ mendekati $(N - Nu)/N$ dengan N adalah banyak data klaim dan Nu adalah banyak data yang berada di atas *threshold*,

$$\begin{aligned} F_u(y) &= \frac{F(u+y)-F(u)}{1-F(u)} \\ F_u(y) &= \frac{F(x)-F(u)}{1-F(u)} \\ F(x) &= F_u(y)[1 - F(u)] + F(u) \\ &= \left(1 - \left[1 + \frac{\xi(y)}{\sigma}\right]^{-\frac{1}{\xi}}\right) \left(1 - \frac{(N-Nu)}{N}\right) + \frac{(N-Nu)}{N} \\ &= 1 - \frac{Nu}{N} \left(1 + \frac{\xi(y)}{\sigma}\right)^{-\frac{1}{\xi}} \\ &= 1 - \frac{Nu}{N} \left(1 + \frac{\xi(x-u)}{\sigma}\right)^{-\frac{1}{\xi}}. \end{aligned} \quad (2.13)$$

Perhitungan VaR untuk GPD adalah dengan mendapatkan fungsi invers dari persamaan (2.13), yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{VaR}_p &= F^{-1}(1 - p) \\ &= u + \frac{\hat{\sigma}}{\hat{\xi}} \left(\left(\frac{N}{N_u} p \right)^{-\hat{\xi}} - 1 \right).\end{aligned}\quad (2.14)$$

Jika VaR telah diketahui maka besar risiko dari tiap jenis klaim dapat dicari dengan persamaan TVaR untuk GPD berikut [5]:

$$\begin{aligned}\text{TVaR}_p &= E[X|X > \text{VaR}_p] \\ &= E[X + \text{VaR}_p - \text{VaR}_p|X > \text{VaR}_p] \\ &= E[\text{VaR}_p|X > \text{VaR}_p] + E[X - \text{VaR}_p|X > \text{VaR}_p] \\ &= \text{VaR}_p + E[X - \text{VaR}_p|X > \text{VaR}_p] \\ &= \text{VaR}_p + \frac{\hat{\sigma} + \hat{\xi}(\text{VaR}_p - u)}{1 - \hat{\xi}} \\ &= \frac{\text{VaR}_p}{1 - \hat{\xi}} + \frac{\hat{\sigma} - \hat{\xi}u}{1 - \hat{\xi}}\end{aligned}\quad (2.15)$$

dengan

u : *threshold*

$\hat{\sigma}$: parameter estimasi skala

$\hat{\xi}$: parameter estimasi bentuk

N : banyak data klaim

N_u : banyak data ekstrim

VaR_p : nilai *value at risk* pada persentil ke $100p$.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai sumber data, variabel penelitian, dan tahapan yang digunakan dalam pengerjaan Tugas Akhir. Tahapan pengerjaan digunakan agar proses pengerjaan Tugas Akhir terstruktur dengan baik dan mencapai tujuan yang telah ditetapkan sebelumnya. Adapun tahapan pengerjaan Tugas Akhir ini antara lain studi literatur, pengolahan data, uji kesesuaian distribusi, perhitungan *Tail Value at Risk*, analisis hasil, dan penarikan kesimpulan. Diagram alir tahapan pengerjaan Tugas Akhir dapat dilihat pada Gambar 3.1.

3.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah data sekunder yang diperoleh dari PT. Y. Data yang diperoleh berupa data klaim penebusan dan klaim meninggal periode Januari 2012 hingga Desember 2014.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah biaya klaim harian tiap jenis klaim, yaitu klaim penebusan dan klaim meninggal PT. Y periode Januari 2012 hingga Desember 2014.

3.3 Tahapan Pengerjaan

Tahapan dalam melakukan analisis data adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk menyelesaikan Tugas Akhir dalam konsep pemecahan masalah. Tahap ini mempelajari hal-hal yang berkaitan dengan pengendalian risiko serta studi mengenai *Generalized Pareto Distribution*, *Peaks Over Threshold*, *Maximum Likelihood Estimation*, *Newton-Raphson*, dan *Tail Value at Risk*. Pemecahan masalah didapatkan melalui buku-buku literatur, paper, jurnal, dan artikel.

2. Statistika Deskriptif

Pada tahap ini dilakukan statistika dekriptif pada kedua jenis data klaim, yaitu klaim penebusan dan klaim meninggal. Tahap ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik kedua jenis data klaim.

3. Identifikasi Nilai Ekstrim

Tahap ini bertujuan untuk mengidentifikasi adanya nilai ekstrim pada data klaim. Identifikasi data klaim dilakukan dengan membuat histogram, *normality test*, dan *scatterplot* dari kedua jenis data klaim.

4. Pengambilan Data Ekstrim

Data ekstrim merupakan data yang berada diatas nilai *threshold*. Tahap pengambilan data ekstrim pada tiap jenis klaim menggunakan metode *Peaks Over Threshold*. Sebelum pengambilan data ekstrim ditentukan nilai *threshold* terlebih dahulu.

5. Estimasi Parameter *Generalized Pareto Distribution*

Dalam tahap ini dilakukan estimasi parameter dari *Generalized Pareto Distribution* yaitu parameter bentuk dan skala. Estimasi parameter dilakukan dengan menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation*.

6. Uji Kesesuaian Distribusi

Pada tahap ini dilakukan uji kesesuaian distribusi untuk menguji apakah benar data klaim mengikuti *Generalized Pareto Distribution*. Uji kesesuaian distribusi dilakukan menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*.

7. Perhitungan *Tail Value at Risk*

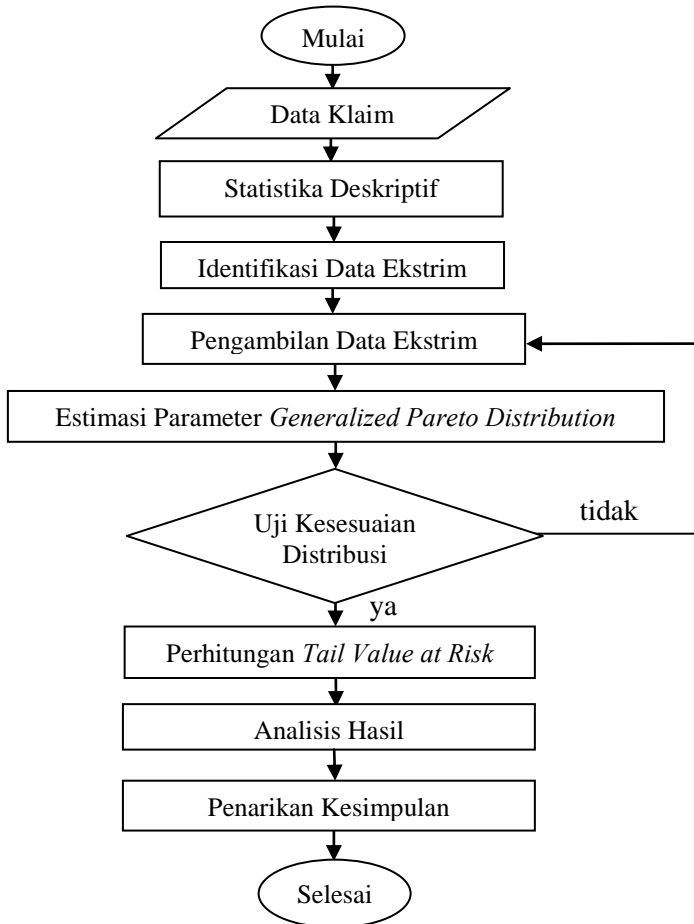
Setelah diketahui bahwa data klaim mengikuti *Generalized Pareto Distribution*, tahap berikutnya adalah menghitung besar risiko dari masing-masing jenis klaim menggunakan metode *Tail Value at Risk*. Tujuan tahap ini adalah menentukan jenis klaim yang akan memberikan risiko terbesar bagi PT. Y.

8. Analisis dan Pembahasan

Dalam tahap ini dilakukan analisis hasil dan pembahasan untuk mendapatkan tujuan Tugas Akhir.

9. Penarikan Kesimpulan

Pada tahap ini dilakukan penarikan kesimpulan dari analisis hasil yang telah dilakukan.



Gambar 3.1 Diagram Alir Tahapan Pengerjaan Tugas Akhir

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini dibahas analisis data ekstrim klaim penebusan dan klaim meninggal dengan metode *Generalized Pareto Distribution*. Pembahasan dimulai dengan analisis deskriptif data klaim, identifikasi data ekstrim, pengambilan nilai ekstrim dengan metode *peaks over threshold*. Selanjutnya, dilakukan estimasi parameter *Generalized Pareto Distribution* menggunakan *Maximum Likelihood Estimation* dan uji kesesuaian distribusi dengan uji *Kolmogorov-Smirnov*. Pada bagian akhir bab ini dibahas perhitungan nilai risiko dari klaim penebusan dan klaim meninggal dengan *Tail Value at Risk*.

4.1 Deskripsi Data Klaim Penebusan dan Klaim Meninggal

Berdasarkan data klaim penebusan dan klaim meninggal pada Lampiran A, dilakukan analisis deskriptif untuk mengetahui karakteristik data klaim. Hasil statistik deskriptif data klaim dapat dilihat pada Tabel 4.1. Untuk hasil perhitungan statistik deskriptif data klaim menggunakan Minitab terdapat pada Lampiran B.

Tabel 4. 1 Statistik Deskriptif Data Klaim

| Variabel | Klaim Penebusan | Klaim Meninggal |
|-----------------|-----------------|-----------------|
| Rata-Rata | 29783645 | 26168465 |
| Standar Deviasi | 42394900 | 36538549 |
| Minimum | 5533 | 280000 |
| Maksimum | 257433049 | 267654836 |
| Q1 | 4930313 | 6775679 |
| Median | 14561061 | 15400666 |
| Q3 | 32956965 | 30000000 |

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa klaim penebusan memiliki rata-rata klaim tertinggi yaitu Rp 29.783.645,00 sedangkan rata-rata klaim meninggal sebesar Rp 26.168.465,00. Tingkat penyebaran data terendah terjadi pada klaim meninggal yaitu

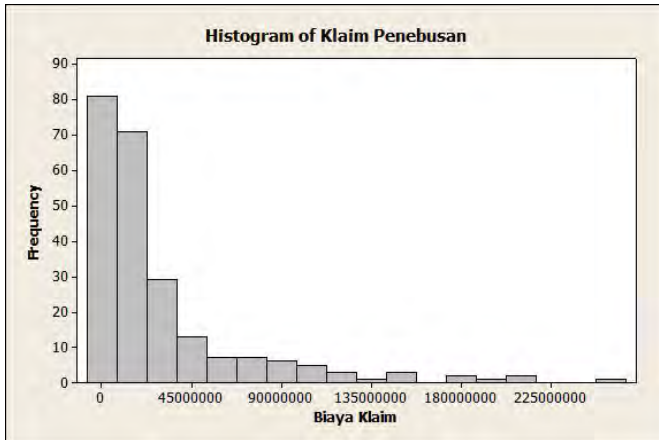
sebesar Rp 36.538.549,00. Untuk tingkat penyebaran klaim penebusan yaitu sebesar Rp 42.394.900,00. Tabel 4.1 juga menunjukkan biaya klaim maksimum dan minimum pada kedua jenis klaim. Biaya klaim minimum pada klaim penebusan yaitu Rp 5.533,00 dan biaya klaim minimum pada klaim meninggal yaitu sebesar Rp 280.000,00. Sedangkan, biaya klaim maksimum pada klaim penebusan yaitu sebesar Rp 257.433.049,00 dan biaya klaim maksimum klaim meninggal yaitu Rp 267.654.836,00. Data klaim penebusan memiliki nilai tengah sebesar Rp 14.561.061,00. 25% data klaim penebusan berada di bawah Rp 4.930.313,00 dan 75% data berada di bawah Rp 32.956.965,00. Nilai tengah klaim meninggal adalah Rp 15.400.666,00. 25% data klaim meninggal berada di bawah Rp 6.775.679,00 dan 75% data berada di bawah Rp 30.000.000,00.

Berdasarkan statistik deskriptif tersebut dapat dikatakan bahwa rata-rata biaya klaim penebusan merupakan rata-rata klaim tertinggi. Namun, biaya klaim maksimum terjadi pada klaim meninggal. Hal ini belum bisa menunjukkan jenis klaim yang akan memberikan risiko terbesar bagi PT.Y. Oleh karena itu, untuk menghitung besar risiko klaim digunakan metode EVT. Langkah awal menghitung besar risiko, yaitu identifikasi nilai ekstrim pada data klaim dari tiap jenis klaim.

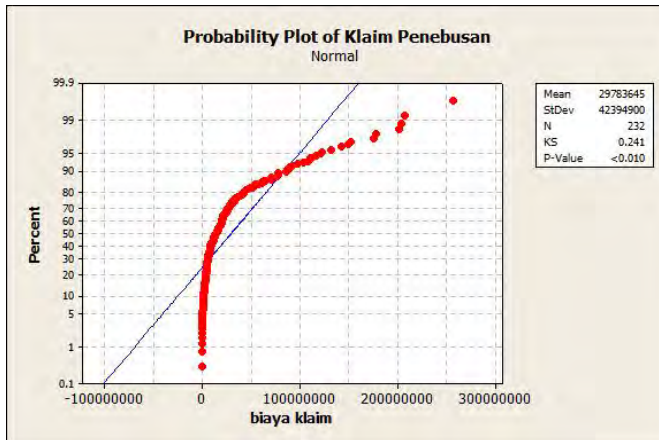
4.2 Identifikasi Nilai Ekstrim pada Data Klaim

Identifikasi adanya nilai ekstrim pada data klaim penebusan dan klaim meninggal menggunakan histogram, *normality test*, dan *scatterplot* dari tiap jenis klaim. Gambar 4.1 menampilkan histogram klaim penebusan. Bentuk histogram klaim penebusan yang cenderung melenceng ke kanan dan tidak simetris menunjukkan indikasi bahwa data klaim penebusan tidak mengikuti distribusi normal. Untuk mengetahui data berdistribusi normal atau tidak digunakan *normality test* pada data klaim penebusan seperti pada Gambar 4.2. Suatu data dikatakan mengikuti distribusi normal apabila titiknya mengikuti garis lurus. Gambar 4.2 menunjukkan bahwa titik-titik merah tidak

mengikuti garis lurus sehingga data klaim penebusan tidak mengikuti distribusi normal.



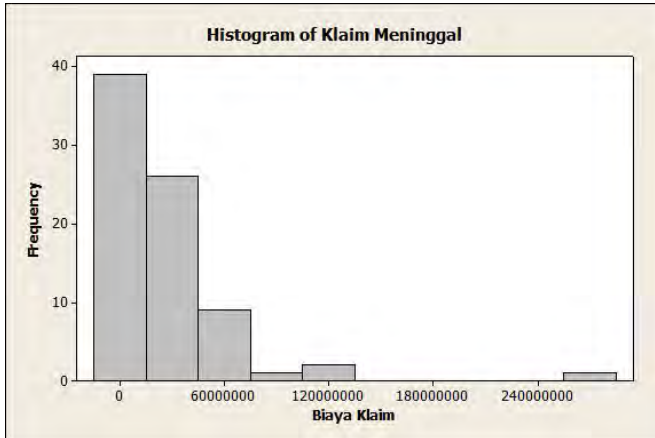
Gambar 4. 1 Histogram Biaya Klaim Penebusan



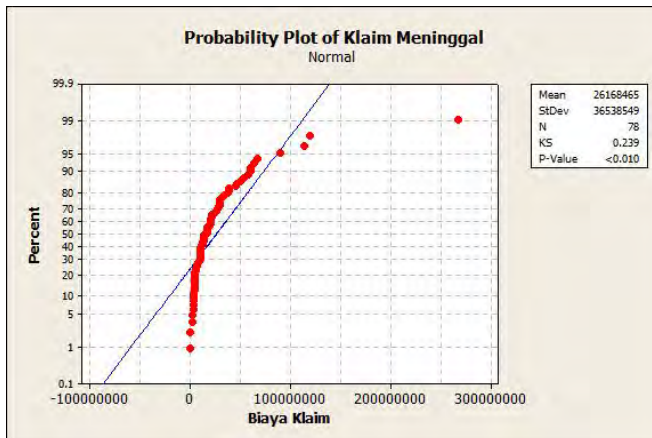
Gambar 4. 2 Normality Test Biaya Klaim Penebusan

Histogram klaim meninggal ditunjukkan pada Gambar 4.3. Bentuk histogram klaim meninggal juga cenderung melenceng ke kanan dan tidak simetris. Bentuk histogram seperti ini menunjukkan indikasi bahwa data klaim meninggal tidak

mengikuti distribusi normal. Untuk mengetahui secara pasti data klaim mengikuti distribusi normal atau tidak digunakan *normality test*. *Normality test* klaim meninggal menggambarkan titik-titik merah tidak mengikuti garis lurus seperti pada Gambar 4.4. Hal ini menunjukkan bahwa data klaim meninggal tidak mengikuti distribusi normal.

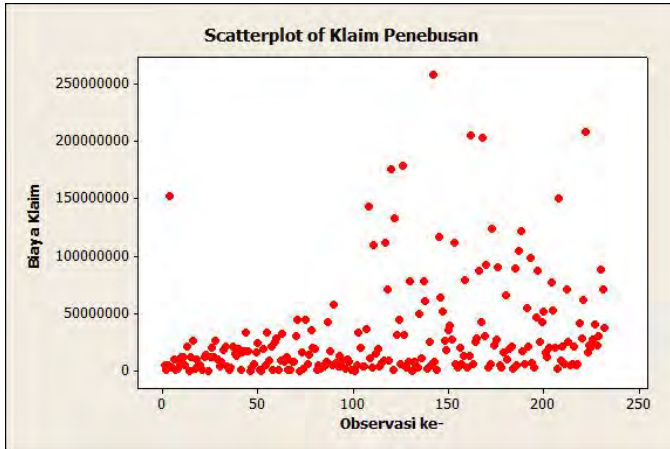


Gambar 4. 3 Histogram Biaya Klaim Meninggal

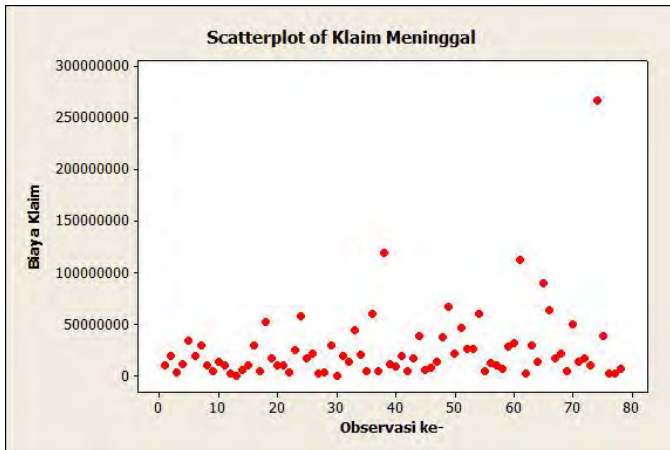


Gambar 4. 4 Normality Test Biaya Klaim Meninggal

Untuk mengetahui adanya indikasi nilai ekstrim pada data klaim digunakan *scatterplot* pada masing-masing jenis klaim.



Gambar 4. 5 *Scatterplot* Klaim Penebusan



Gambar 4. 6 *Scatterplot* Klaim Meninggal

Gambar 4.5 menampilkan *scatterplot* klaim penebusan. Pada Gambar 4.5 dapat dilihat bahwa terdapat nilai klaim yang jauh dari kumpulan sebaran data klaim lainnya. Hal ini

menunjukkan adanya indikasi nilai ekstrim pada klaim penebusan.

Sama halnya dengan klaim penebusan, *scatterplot* klaim meninggal juga menunjukkan indikasi bahwa adanya nilai ekstrim pada data klaim meninggal. Hal ini dapat ditunjukkan dengan adanya nilai klaim yang berada jauh dari kumpulan sebaran data lainnya seperti pada Gambar 4.6.

4.3 Pengambilan Data Ekstrim dengan *Peaks Over Threshold*

Metode *Peaks Over Threshold* dilakukan dengan menentukan nilai *threshold* lalu mengambil data klaim yang berada di atas nilai *threshold*. Metode untuk mendapatkan nilai *threshold* adalah *boxplot*. Berdasarkan statistik dekriptif data klaim pada Tabel 4.1 didapatkan nilai IQR klaim penebusan dan klaim meninggal sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 IQR_{\text{penebusan}} &= Q3 - Q1 \\
 &= 32956965 - 4930313 \\
 &= 28026652 \\
 IQR_{\text{meninggal}} &= Q3 - Q1 \\
 &= 30000000 - 6775679 \\
 &= 23224321.
 \end{aligned}$$

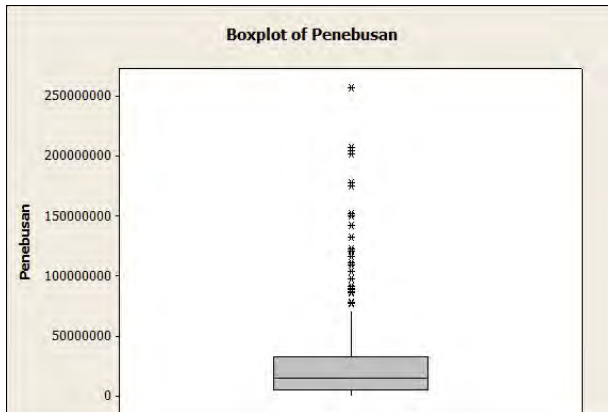
Nilai *threshold* merupakan nilai yang berada pada jarak 1,5IQR dari kuartil pertama dan kuartil ketiga. Nilai *threshold* untuk klaim penebusan dan klaim meninggal dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Nilai *Threshold* Klaim

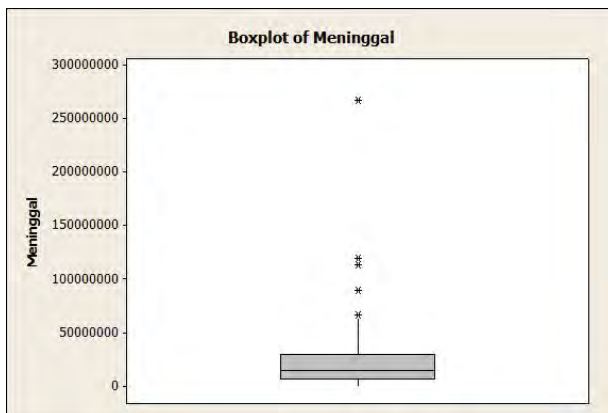
| Jenis Klaim | <i>Threshold</i> (u) | Banyak Data Ekstrim (N_u) |
|-----------------|--------------------------|-------------------------------|
| Klaim Penebusan | -37109665 | 28 |
| | 74996943 | |
| Klaim Meninggal | -28060802,5 | 5 |
| | 64836482 | |

Tabel 4.2 menunjukkan nilai *threshold* untuk klaim penebusan adalah -37109665 dan 74996943. Berdasarkan nilai

threshold klaim, didapatkan data ekstrim klaim penebusan sebanyak 28 data. Data ekstrim tersebut merupakan nilai-nilai yang berada di atas nilai *threshold* 74996943. Nilai *threshold* untuk klaim meninggal adalah -28060802,5 dan 64836482. Banyak data yang berada di atas nilai *threshold* 64836482 adalah 5 data dan tidak ada data yang berada di bawah nilai *threshold* -28060802,5. Skema *boxplot* untuk klaim penebusan dan klaim meninggal dapat dilihat pada Gambar 4.7 dan Gambar 4.8.



Gambar 4. 7 Skema *Boxplot* Klaim Penebusan



Gambar 4. 8 Skema *Boxplot* Klaim Meninggal

Setelah data ekstrim pada klaim penebusan dan klaim meninggal didapatkan dengan menggunakan metode POT, maka data ekstrim dari tiap jenis klaim tersebut akan mengikuti *Generalized Pareto Distribution*.

4.4 Estimasi Parameter *Generalized Pareto Distribution*

Setelah didapatkan data ekstrim untuk kedua jenis klaim, selanjutnya ditentukan estimasi parameter dari tiap jenis klaim dengan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE). Berdasarkan persamaan (2.8) fungsi *likelihood* GPD untuk $\xi \neq 0$ adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 L(x_1, \dots, x_n; \xi, \sigma) &= f(x_1; \xi, \sigma) \dots f(x_n; \xi, \sigma) \\
 &= \frac{1}{\sigma} \left[1 + \frac{\xi x_1}{\sigma} \right]^{-1-\frac{1}{\xi}} \cdot \frac{1}{\sigma} \left[1 + \frac{\xi x_2}{\sigma} \right]^{-1-\frac{1}{\xi}} \dots \frac{1}{\sigma} \left[1 + \frac{\xi x_n}{\sigma} \right]^{-1-\frac{1}{\xi}} \\
 &= \left(\frac{1}{\sigma} \right)^n \prod_{i=1}^n \left(1 + \frac{\xi x_i}{\sigma} \right)^{-1-\frac{1}{\xi}} \\
 &= \sigma^{-n} \prod_{i=1}^n \left(1 + \frac{\xi x_i}{\sigma} \right)^{-1-\frac{1}{\xi}}. \tag{4.1}
 \end{aligned}$$

Fungsi log *likelihood* persamaan (4.1) adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \ln L(x_1, \dots, x_n; \xi, \sigma) &= \ln \left[\sigma^{-n} \prod_{i=1}^n \left(1 + \frac{\xi x_i}{\sigma} \right)^{-1-\frac{1}{\xi}} \right] \\
 &= -n \ln \sigma - \left(1 + \frac{1}{\xi} \right) \sum_{i=1}^n \ln \left(1 + \frac{\xi x_i}{\sigma} \right). \tag{4.2}
 \end{aligned}$$

Langkah selanjutnya yaitu mendapatkan turunan pertama fungsi log *likelihood* terhadap parameter-parameter yaitu ξ dan σ . Turunan pertama fungsi log *likelihood* terhadap parameter bentuk adalah sebagai berikut:

$$\frac{\partial \ln L(\xi, \sigma)}{\partial \xi} = \frac{\partial}{\partial \xi} \left[-n \ln \sigma - \left(1 + \frac{1}{\xi} \right) \sum_{i=1}^n \ln \left(1 + \frac{\xi x_i}{\sigma} \right) \right]$$

$$\begin{aligned}
\frac{\partial \ln L(\xi, \sigma)}{\partial \xi} &= 0 - \left[\left(0 + \frac{1}{\xi^2}\right) \sum_{i=1}^n \ln \left(1 + \frac{\xi x_i}{\sigma}\right) + \left(1 + \frac{1}{\xi}\right) \right. \\
&\quad \left. \sum_{i=1}^n \frac{1}{\left(1 + \frac{\xi x_i}{\sigma}\right)} \left(\frac{x_i}{\sigma}\right) \right] \\
&= \frac{1}{\xi^2} \sum_{i=1}^n \ln \left(1 + \frac{\xi x_i}{\sigma}\right) - \left(1 + \frac{1}{\xi}\right) \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{\sigma \left(1 + \frac{\xi x_i}{\sigma}\right)} \\
&= \frac{1}{\xi^2} \sum_{i=1}^n \ln \left(1 + \frac{\xi x_i}{\sigma}\right) - \left(1 + \frac{1}{\xi}\right) \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{(\sigma + \xi x_i)}. \quad (4.3)
\end{aligned}$$

Sedangkan turunan pertama fungsi log *likelihood* terhadap parameter skala adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
\frac{\partial \ln L(\xi, \sigma)}{\partial \sigma} &= \frac{\partial}{\partial \sigma} \left[-n \ln \sigma - \left(1 + \frac{1}{\xi}\right) \sum_{i=1}^n \ln \left(1 + \frac{\xi x_i}{\sigma}\right) \right] \\
&= -\frac{n}{\sigma} - \left(1 + \frac{1}{\xi}\right) \sum_{i=1}^n \frac{1}{\left(1 + \frac{\xi x_i}{\sigma}\right)} \left(-\frac{\xi x_i}{\sigma^2}\right) \\
&= -\frac{n}{\sigma} + \left(1 + \frac{1}{\xi}\right) \sum_{i=1}^n \frac{\xi x_i}{\sigma^2 \left(1 + \frac{\xi x_i}{\sigma}\right)} \\
&= -\frac{n}{\sigma} + \left(1 + \frac{1}{\sigma}\right) \sum_{i=1}^n \frac{\xi x_i}{\sigma(\sigma + \xi x_i)} \\
&= -\frac{n}{\sigma} + \left(1 + \frac{1}{\xi}\right) \frac{\xi}{\sigma} \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{(\sigma + \xi x_i)} \\
&= -\frac{n}{\sigma} + \left(\frac{\xi}{\sigma} + \frac{1}{\sigma}\right) \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{(\sigma + \xi x_i)} \\
&= \frac{1}{\sigma} \left(-n + (\xi + 1) \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{(\sigma + \xi x_i)} \right). \quad (4.4)
\end{aligned}$$

Bentuk umum estimasi parameter didapatkan dengan membuat persamaan (4.3) dan (4.4) sama dengan nol sehingga

didapatkan persamaan yang *closed form*. Estimasi parameter bentuk terdapat pada persamaan (4.5) seperti berikut:

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial \ln L(\xi, \sigma)}{\partial \xi} &= 0 \\
 \frac{1}{\xi^2} \sum_{i=1}^n \ln \left(1 + \frac{\xi x_i}{\sigma} \right) - \left(1 + \frac{1}{\xi} \right) \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{(\sigma + \xi x_i)} &= 0 \\
 \frac{1}{\xi^2} \sum_{i=1}^n \ln \left(1 + \frac{\xi x_i}{\sigma} \right) &= \left(1 + \frac{1}{\xi} \right) \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{(\sigma + \xi x_i)} \\
 \frac{\sum_{i=1}^n \ln \left(1 + \frac{\xi x_i}{\sigma} \right)}{\sum_{i=1}^n \frac{x_i}{(\sigma + \xi x_i)}} &= \xi^2 \left(1 + \frac{1}{\xi} \right) \\
 \frac{\sum_{i=1}^n \ln \left(1 + \frac{\xi x_i}{\sigma} \right)}{\sum_{i=1}^n \frac{x_i}{(\sigma + \xi x_i)}} &= \xi(\xi + 1) \\
 \hat{\xi} &= \frac{\sum_{i=1}^n \ln \left(1 + \frac{\xi x_i}{\sigma} \right)}{(\xi + 1) \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{(\sigma + \xi x_i)}}. \tag{4.5}
 \end{aligned}$$

Estimasi parameter skala pada persamaan (4.6) berikut:

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial \ln L(\xi, \sigma)}{\partial \sigma} &= 0 \\
 \frac{1}{\sigma} \left(-n + (\xi + 1) \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{(\sigma + \xi x_i)} \right) &= 0 \\
 -n + (\xi + 1) \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{(\sigma + \xi x_i)} &= 0 \\
 (\xi + 1) \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{(\sigma + \xi x_i)} &= n \\
 (\xi + 1) \sum_{i=1}^n x_i &= n \sum_{i=1}^n (\sigma + \xi x_i) = n \left(n\sigma + \sum_{i=1}^n \xi x_i \right)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 (\xi + 1) \sum_{i=1}^n x_i &= n^2 \sigma + n\xi \sum_{i=1}^n x_i \\
 \hat{\sigma} &= \frac{(1+\xi-n\xi) \sum_{i=1}^n x_i}{n^2}.
 \end{aligned} \tag{4.6}$$

Estimasi parameter bentuk dan skala pada persamaan (4.5) dan (4.6) belum menunjukkan persamaan yang *closed form* karena dalam persamaan umum estimasi masih mengandung parameter. Untuk menyelesaikan permasalahan ini, digunakan penyelesaian numerik dengan metode Newton-Raphson. Metode Newton-Raphson merupakan metode untuk menemukan solusi akar dari persamaan non linier. Metode ini digunakan dengan mensubstitusi persamaan (4.6) ke persamaan (4.5) sehingga didapatkan persamaan dengan satu parameter saja yaitu ξ .

Hasil substitusi persamaan (4.6) dapat dilihat pada persamaan (4.7) berikut:

$$\begin{aligned}
 \hat{\xi} &= \frac{\sum_{i=1}^n \ln \left(1 + \frac{\xi x_i}{\sigma} \right)}{(\xi + 1) \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{(\sigma + \xi x_i)}} \\
 \hat{\xi} &= \left(\frac{1}{1 + \xi} \right) \frac{\sum_{i=1}^n \ln \left(1 + \frac{\xi x_i}{\frac{(1+\xi-n\xi) \sum_{i=1}^n x_i}{n^2}} \right)}{\sum_{i=1}^n \frac{x_i}{\left(\frac{(1+\xi-n\xi) \sum_{i=1}^n x_i}{n^2} + \xi x_i \right)}} \\
 \hat{\xi} &= \left(\frac{1}{1 + \xi} \right) \frac{\sum_{i=1}^n \ln \left(1 + \frac{\xi x_i}{\frac{(1+\xi-n\xi) \sum_{i=1}^n x_i}{n^2}} \right)}{\sum_{i=1}^n \frac{n^2 x_i}{\left((1+\xi-n\xi) \sum_{i=1}^n x_i + n^2 \xi x_i \right)}} \\
 \hat{\xi} &= \left(\frac{1}{1+\xi} \right) \sum_{i=1}^n \ln \left(1 + \frac{\xi x_i}{\frac{(1+\xi-n\xi) \sum_{i=1}^n x_i}{n^2}} \right) \\
 &\quad \sum_{i=1}^n \frac{\left((1+\xi-n\xi) \sum_{i=1}^n x_i + n^2 \xi x_i \right)}{n^2 x_i}.
 \end{aligned} \tag{4.7}$$

Persamaan (4.7) merupakan fungsi parameter bentuk dan dapat disimbolkan dengan $f(\xi)$. Setelah diketahui $f(\xi)$, selanjutnya mendapatkan fungsi turunan pertama dari $f(\xi)$ dan menentukan nilai awal ξ_0 . Jika $f(\xi)$ telah didapatkan, maka nilai parameter bentuk didapatkan melalui iterasi dengan persamaan (2.10). Iterasi berhenti saat didapatkan nilai yang konvergen dimana $|\xi_{n+1} - \xi_n| < \varepsilon$. Iterasi dapat dilakukan dengan bantuan program Matlab seperti pada Lampiran D.

Estimasi parameter untuk $\xi = 0$ dilakukan dengan menentukan fungsi *likelihood* yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 L(x_1, \dots, x_n; \xi, \sigma) &= f(x_1; \xi, \sigma) \dots f(x_n; \xi, \sigma) \\
 &= \frac{1}{\sigma} e^{-\frac{x_1}{\sigma}} \cdot \frac{1}{\sigma} e^{-\frac{x_2}{\sigma}} \dots \frac{1}{\sigma} e^{-\frac{x_n}{\sigma}} \\
 &= \left(\frac{1}{\sigma}\right)^n e^{-\left(\frac{\sum_{i=1}^n x_i}{\sigma}\right)} \\
 &= \sigma^{-n} e^{-\left(\frac{\sum_{i=1}^n x_i}{\sigma}\right)}.
 \end{aligned} \tag{4.9}$$

Fungsi log *likelihood* untuk $\xi = 0$ adalah

$$\begin{aligned}
 \ln L(x_1, \dots, x_n; \xi, \sigma) &= \ln \left[\sigma^{-n} e^{-\left(\frac{\sum_{i=1}^n x_i}{\sigma}\right)} \right] \\
 &= -n \ln \sigma - \left(\frac{\sum_{i=1}^n x_i}{\sigma}\right) \\
 &= -n \ln \sigma - \left(\frac{1}{\sigma}\right) \sum_{i=1}^n x_i.
 \end{aligned} \tag{4.10}$$

Fungsi log *likelihood* telah didapatkan dan hanya terdapat satu parameter dalam fungsi log *likelihood* yaitu parameter skala. Langkah selanjutnya adalah mendapatkan turunan pertama fungsi log *likelihood* terhadap parameter skala seperti pada persamaan berikut:

$$\frac{\partial \ln L(\xi, \sigma)}{\partial \sigma} = -\frac{n}{\sigma} + \frac{1}{\sigma^2} \sum_{i=1}^n x_i \tag{4.11}$$

Estimasi parameter untuk $\xi = 0$ didapat dengan membuat persamaan (4.11) sama dengan nol hingga didapatkan persamaan yang *closed form*.

$$\begin{aligned} \frac{\partial \ln L(\xi, \sigma)}{\partial \sigma} &= 0 \\ -\frac{n}{\sigma^2} + \frac{1}{\sigma^2} \sum_{i=1}^n x_i &= 0. \end{aligned} \quad (4.12)$$

Kedua ruas persamaan (4.12) dikalikan σ^2 untuk mempermudah mendapatkan estimasi parameter skala sehingga didapatkan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} -n + \sum_{i=1}^n x_i &= 0 \\ \sum_{i=1}^n x_i &= n \\ \hat{\sigma} &= \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}. \end{aligned} \quad (4.13)$$

Persamaan (4.13) adalah persamaan umum estimasi parameter skala GPD untuk $\xi = 0$.

Untuk mendapatkan nilai estimasi dari masing-masing jenis klaim digunakan *software* R 2.14.0 dengan hasil perhitungan yang dapat dilihat pada Lampiran E. Nilai parameter estimasi dari masing-masing klaim ditunjukkan pada Tabel 4.3. Klaim penebusan memiliki nilai $\hat{\xi}$ sebesar -0,1673011 dan klaim meninggal memiliki nilai $\hat{\xi}$ sebesar 0,1234475. Nilai $\hat{\xi}$ pada masing-masing klaim menunjukkan tipe distribusi data. Estimasi parameter bentuk klaim penebusan menunjukkan nilai negatif sehingga tipe distribusi data klaim penebusan adalah Beta. Sedangkan nilai estimasi parameter klaim meninggal bernilai positif sehingga tipe distribusi data klaim meninggal adalah Pareto. Nilai estimasi parameter skala didapat dengan mensubstitusi nilai $\hat{\xi}$ pada persamaan (4.6). Nilai $\hat{\sigma}$ klaim penebusan dan klaim meninggal yaitu sebesar 60565170 dan 58703300.

Tabel 4. 3 Estimasi Parameter GPD berdasarkan Jenis Klaim

| Jenis Klaim | Paramater Bentuk ($\hat{\xi}$) | Parameter Skala ($\hat{\sigma}$) |
|-------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| Penebusan | -0,1673011 | 60565170 |
| Meninggal | 0,1234475 | 58703300 |

4.5 Uji Kesesuaian Distribusi

Uji *Kolmogorov-Smirnov* digunakan sebagai pengujian distribusi data ekstrim klaim. Data ekstrim klaim dapat dilihat pada Lampiran C. Uji ini dilakukan untuk mengetahui apakah data ekstrim tersebut telah mengikuti distribusi GPD. Pengujian kesesuaian distribusi data ekstrim klaim penebusan adalah sebagai berikut:

Hipotesis:

$H_0: F(x) = F_0(x)$ (Data ekstrim klaim penebusan mengikuti distribusi *Generalized Pareto*)

$H_1: F(x) \neq F_0(x)$ (Data ekstrim klaim penebusan tidak mengikuti distribusi *Generalized Pareto*).

Statistik uji:

$$D_{hitung} = \sup_x |S(x) - F_0(x)|$$

$$= 0,1110177$$

$$D_{tabel} = 0,250.$$

Berdasarkan statistik uji, dengan $\alpha = 0,05$ diketahui $D_{hitung} < D_{tabel}$ sehingga gagal menolak H_0 , artinya data ekstrim klaim penebusan mengikuti distribusi *Generalized Pareto*.

Pengujian data ekstrim klaim meninggal dilakukan dengan metode yang sama seperti pengujian data ekstrim klaim penebusan. Perhitungan uji kesesuaian distribusi menggunakan program Minitab dengan makro Minitab seperti pada Lampiran G untuk mendapatkan nilai D_{hitung} . Hasil perhitungan D_{hitung} dan D_{tabel} klaim penebusan dan klaim meninggal disajikan dalam Tabel 4.4. Tabel 4.4 menunjukkan nilai D_{hitung} kedua jenis klaim lebih kecil dari D_{tabel} sehingga kedua jenis klaim gagal menolak H_0 . Artinya, data ekstrim klaim penebusan dan klaim meninggal

mengikuti GPD. Hasil perhitungan uji kesesuaian distribusi dengan Minitab secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran H.

Tabel 4. 4 Uji Kesesuaian Distribusi

| Jenis Klaim | D _{hitung} | D _{tabel} |
|-------------|---------------------|--------------------|
| Penebusan | 0,1110177 | 0,250 |
| Meninggal | 0,2146716 | 0,563 |

4.6 Perhitungan Tail Value at Risk

Tail Value at Risk (TVaR) merupakan metode untuk mengetahui besar risiko dari tiap jenis klaim. Perhitungan ini menggunakan parameter estimasi yang sudah diketahui dari perhitungan sebelumnya. Sebelum menghitung TVaR perlu diketahui nilai dari VaR pada tiap jenis klaim. Perhitungan VaR untuk GPD didapat dari persamaan (2.14) dengan probabilitas terjadinya VaR adalah $p = 0,05$. Berikut merupakan perhitungan VaR dan TVaR klaim penebusan.

$$\begin{aligned}
 \text{VaR} &= u + \frac{\hat{\xi}}{\xi} \left(\left(\frac{N}{N_u} p \right)^{-\hat{\xi}} - 1 \right) \\
 &= 74996943 + \\
 &\quad \frac{60565170}{-0,1673011} \left(\left(\frac{232}{28} (0,05) \right)^{-(-0,1673011)} - 1 \right) \\
 &= 124619289 \\
 \text{TVaR} &= \frac{\text{VaR}}{(1 - \hat{\xi})} + \frac{\hat{\xi} u}{(1 - \hat{\xi})} \\
 &= \frac{124619289}{1 - (-0,1673011)} + \\
 &\quad \frac{60565170 - (-0,1673011)74996943}{1 - (-0,1673011)} \\
 &= 169392053.43 \approx 169392053.
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas didapatkan nilai TVaR untuk klaim penebusan sebesar Rp 169.392.053,00. Hal ini dapat

diartikan bahwa ada kemungkinan satu hari kedepan PT. Y mengalami kerugian akibat klaim penebusan paling sedikit Rp 169.392.053,00 dengan probabilitas sebesar 0,05. Perhitungan besar risiko klaim meninggal dilakukan dengan perhitungan yang sama seperti perhitungan klaim penebusan yaitu menghitung VaR dan TVaR. Hasil perhitungan VaR dan TVaR untuk klaim meninggal adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{VaR} &= u + \frac{\hat{\xi}}{\xi} \left(\left(\frac{N}{N_u} p \right)^{-\hat{\xi}} - 1 \right) \\
 &= 64836481,5 + \\
 &\quad \frac{58703300}{0,1234475} \left(\left(\frac{78}{5} (0,05) \right)^{-(0,1234475)} - 1 \right) \\
 &= 79647970,56 \approx 79647970 \\
 \text{TVaR} &= \frac{\text{VaR}}{(1 - \hat{\xi})} + \frac{\hat{\xi} - \xi u}{(1 - \hat{\xi})} \\
 &= \frac{79647970}{(1 - 0,1234475)} + \\
 &\quad \frac{58703300 - (0,1234475)64836481,5}{(1 - 0,1234475)} \\
 &= 148704577,31 \approx 148704577.
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas didapatkan nilai TVaR untuk klaim meninggal sebesar Rp 148.704.577,00. Hal ini dapat diartikan bahwa ada kemungkinan satu hari kedepan PT. Y mengalami kerugian akibat terjadinya klaim meninggal paling sedikit sebesar Rp 148.704.577,00 dengan probabilitas sebesar 0,05.

BAB V

PENUTUP

Pada bab ini diberikan kesimpulan dan saran untuk penelitian selanjutnya.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil estimasi parameter GPD untuk klaim penebusan, yaitu sebesar $-0,1673011$ untuk parameter estimasi bentuk ($\hat{\xi}$) dan 60565170 untuk parameter estimasi skala ($\hat{\sigma}$). Estimasi parameter untuk klaim meninggal didapatkan nilai estimasi parameter bentuk ($\hat{\xi}$) sebesar $0,1234475$ dan nilai estimasi parameter skala ($\hat{\sigma}$) sebesar 58703300 .
2. Nilai TVaR untuk klaim penebusan adalah Rp 169.392.053,00 dan untuk klaim meninggal adalah Rp 148.704.577,00. Hal ini menunjukkan bahwa untuk satu hari kedepan kerugian yang akan dialami PT. Y akibat klaim penebusan dan klaim meninggal adalah sebesar Rp 169.392.053,00 dan Rp 148.704.577,00. Sehingga dapat dikatakan bahwa klaim penebusan akan memberikan risiko terbesar bagi PT. Y.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Untuk penelitian selanjutnya lebih baik menggunakan data dengan runtun waktu yang panjang dan adanya *backtesting* untuk menguji validitas model.
2. Perusahaan asuransi lebih memperhatikan adanya besar klaim yang ekstrim agar lebih baik dalam mengendalikan risiko.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Deputi Bidang Pembiayaan. 2009. **Optimalisasi Manfaat Asuransi dalam Peningkatan Akses Pembiayaan bagi Usaha Mikro, Kecil, Menengah dan Koperasi (UMKM-K)**. Jakarta: Kementerian Negara Koperasi dan Usaha Kecil dan Menengah Republik Indonesia.
- [2] Panjer, H.H. dan Willmot, G.E. 1992. **Insurance Risk Models**. United States of America: Society of Actuaries.
- [3] Kourouma, L., dkk. 2011. **Extreme Value at Risk and Expected Shortfall during Financial Crisis**, <<https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00658495/document>> diakses pada 2 Maret 2015.
- [4] Sodiq, J. 2012. “Pengukuran Risiko Klaim Asuransi X dengan Menggunakan Metode *Generalized Extreme Value* dan *Generalized Pareto Distribution*”. **Jurnal Sains dan Seni ITS** 1, 1: 75-80.
- [5] Kellezi, E. dan Gilli, M. 2000. **Extreme Value Theory for Tail-Related Risk Measures**. Switzerland: University of Geneva.
- [6] Coles, S. 2001. **An Introduction to Statistical Modeling of Extreme Value**. London: Springe-Verlag.
- [7] Helsel, D.R dan Hirsch, R.M. 2002. **Statistical Methods in Water Resources Chapter A3**. United States: United States Geological Survey.
<http://water.usgs.gov/pubs/twri/twri4a3/>
- [8] Bain, L.J. dan Engelhardt, M. 1992. **Introduction to Probability and Mathematical Statistics 2nd Edition**. California: Duxbury Press.

- [9] Gosh, S. dan Resnick, S. 2010. **A Discussion on Mean Excess Plots**. New York: Columbia University.
- [10] Daniel, W.W. 1989. **Statistika Non Parametrik Terapan**. Jakarta: PT. Gramedia.
- [11] Sachs, L. 1997. **Angewandte Statistik**. Berlin: Springer.
http://www.mathematik.uni-kl.de/~schwaar/Exercises/Tabellen/table_kolmogorov.pdf

LAMPIRAN A

DATA HARIAN KLAIM PT. Y (JANUARI 2012- DESEMBER 2014)

A.1 Data Harian Klaim Penebusan PT. Y

| DATA HARIAN KLAIM PENEBUSAN | | | |
|------------------------------------|-----------------------------|----------------|-----------------------------|
| Tanggal | Biaya Klaim (Rp) | Tanggal | Biaya Klaim (Rp) |
| 3-Jan-12 | 4995000 | 9-Mar-12 | 13665000 |
| 4-Jan-12 | 953050 | 12-Mar-12 | 5533 |
| 9-Jan-12 | 4545369 | 13-Mar-12 | 11562500 |
| 10-Jan-12 | 152405000 | 15-Mar-12 | 19587661 |
| 12-Jan-12 | 3243750 | 28-Mar-12 | 11606775 |
| 13-Jan-12 | 9750000 | 4-Apr-12 | 25749917 |
| 18-Jan-12 | 555022 | 5-Apr-12 | 9613000 |
| 19-Jan-12 | 2073036 | 10-Apr-12 | 3983308 |
| 20-Jan-12 | 7043378 | 13-Apr-12 | 7886250 |
| 25-Jan-12 | 12208111 | 17-Apr-12 | 17870338 |
| 26-Jan-12 | 12146546 | 23-Apr-12 | 21077500 |
| 27-Jan-12 | 5270322 | 25-Apr-12 | 3464087 |
| 30-Jan-12 | 20983750 | 2-May-12 | 482417 |
| 8-Feb-12 | 164000 | 8-May-12 | 3158016 |
| 10-Feb-12 | 12279238 | 9-May-12 | 20606989 |
| 13-Feb-12 | 25769901 | 10-May-12 | 14618583 |
| 15-Feb-12 | 1676067 | 21-May-12 | 12997500 |
| 16-Feb-12 | 9766851 | 24-May-12 | 19032083 |
| 17-Feb-12 | 4622500 | 25-May-12 | 1040158 |
| 24-Feb-12 | 4740000 | 30-May-12 | 16365705 |
| 28-Feb-12 | 735280 | 31-May-12 | 17180000 |
| 6-Mar-12 | 11501033 | 7-Jun-12 | 33300000 |

LAMPIRAN A (Lanjutan)

| Tanggal | Biaya Klaim (Rp) | Tanggal | Biaya Klaim (Rp) |
|----------------|-----------------------------|----------------|-----------------------------|
| 12-Jun-12 | 17061185 | 27-Sep-12 | 44180470 |
| 13-Jun-12 | 44045 | 28-Sep-12 | 65719 |
| 14-Jun-12 | 2715000 | 4-Oct-12 | 15922267 |
| 15-Jun-12 | 6058225 | 5-Oct-12 | 1426695 |
| 22-Jun-12 | 15812500 | 10-Oct-12 | 44618400 |
| 27-Jun-12 | 24495000 | 18-Oct-12 | 6239796 |
| 28-Jun-12 | 526340 | 2-Nov-12 | 14503538 |
| 9-Jul-12 | 16655 | 8-Nov-12 | 34947884 |
| 26-Jul-12 | 18882861 | 12-Nov-12 | 20070364 |
| 6-Aug-12 | 5358750 | 19-Nov-12 | 18717883 |
| 7-Aug-12 | 33037500 | 21-Nov-12 | 908640 |
| 9-Aug-12 | 9061773 | 23-Nov-12 | 4430000 |
| 10-Aug-12 | 21547000 | 27-Nov-12 | 2217024 |
| 13-Aug-12 | 739736 | 29-Nov-12 | 3424373 |
| 30-Aug-12 | 24986504 | 30-Nov-12 | 4064550 |
| 31-Aug-12 | 28165944 | 3-Dec-12 | 8075000 |
| 4-Sep-12 | 769664 | 4-Dec-12 | 42752500 |
| 5-Sep-12 | 8645198 | 6-Dec-12 | 16736667 |
| 6-Sep-12 | 32715358 | 7-Dec-12 | 4720000 |
| 7-Sep-12 | 7776933 | 13-Dec-12 | 57725000 |
| 12-Sep-12 | 11807748 | 14-Dec-12 | 7270000 |
| 13-Sep-12 | 1214216 | 11-Jan-13 | 3685000 |
| 14-Sep-12 | 346920 | 15-Jan-13 | 12512577 |
| 21-Sep-12 | 7835520 | 16-Jan-13 | 3766230 |
| 24-Sep-12 | 7867500 | 22-Jan-13 | 8485191 |
| 25-Sep-12 | 30751079 | 30-Jan-13 | 1800009 |

LAMPIRAN A (Lanjutan)

| Tanggal | Biaya Klaim (Rp) | Tanggal | Biaya Klaim (Rp) |
|----------------|-----------------------------|----------------|-----------------------------|
| 31-Jan-13 | 9656250 | 28-May-13 | 30841816 |
| 4-Feb-13 | 7428607 | 30-May-13 | 44647500 |
| 7-Feb-13 | 326582 | 20-Jun-13 | 5885000 |
| 13-Feb-13 | 543265 | 25-Jun-13 | 177965186 |
| 15-Feb-13 | 26832 | 27-Jun-13 | 31010731 |
| 21-Feb-13 | 5204240 | 9-Jul-13 | 2978020 |
| 22-Feb-13 | 33444350 | 11-Jul-13 | 7766691 |
| 26-Feb-13 | 19902833 | 15-Jul-13 | 77579883 |
| 27-Feb-13 | 4343024 | 16-Jul-13 | 105625 |
| 28-Feb-13 | 3344824 | 19-Jul-13 | 7695192 |
| 11-Mar-13 | 36641145 | 22-Jul-13 | 4235000 |
| 13-Mar-13 | 142750467 | 29-Jul-13 | 2699574 |
| 14-Mar-13 | 10875328 | 30-Jul-13 | 49401584 |
| 15-Mar-13 | 3166491 | 21-Aug-13 | 10882500 |
| 22-Mar-13 | 109322726 | 30-Aug-13 | 78454091 |
| 26-Mar-13 | 15000000 | 3-Sep-13 | 60932814 |
| 3-Apr-13 | 19578173 | 11-Sep-13 | 1890189 |
| 4-Apr-13 | 3570000 | 12-Sep-13 | 25581436 |
| 5-Apr-13 | 6980976 | 26-Sep-13 | 4475799 |
| 9-Apr-13 | 8496818 | 27-Sep-13 | 257433049 |
| 15-Apr-13 | 111157833 | 8-Oct-13 | 8086970 |
| 25-Apr-13 | 71292858 | 11-Oct-13 | 780682 |
| 2-May-13 | 8930000 | 21-Oct-13 | 116507830 |
| 13-May-13 | 175848853 | 23-Oct-13 | 63693111 |
| 15-May-13 | 1084219 | 24-Oct-13 | 51530551 |
| 16-May-13 | 132757750 | 25-Oct-13 | 25959584 |

LAMPIRAN A (Lanjutan)

| Tanggal | Biaya Klaim (Rp) | Tanggal | Biaya Klaim (Rp) |
|----------------|-----------------------------|----------------|-----------------------------|
| 29-Oct-13 | 17745429 | 12-Feb-14 | 27237629 |
| 30-Oct-13 | 34886890 | 17-Feb-14 | 90170171 |
| 12-Nov-13 | 39222694 | 19-Feb-14 | 5156569 |
| 14-Nov-13 | 27484166 | 20-Feb-14 | 2458794 |
| 18-Nov-13 | 111483568 | 27-Feb-14 | 15883249 |
| 22-Nov-13 | 6160000 | 28-Feb-14 | 65323880 |
| 27-Nov-13 | 2942500 | 11-Mar-14 | 10207186 |
| 30-Nov-13 | 20544924 | 12-Mar-14 | 19507500 |
| 2-Dec-13 | 5712691 | 14-Mar-14 | 21463802 |
| 4-Dec-13 | 12682500 | 20-Mar-14 | 1317922 |
| 5-Dec-13 | 78616790 | 21-Mar-14 | 89277326 |
| 11-Dec-13 | 3261317 | 27-Mar-14 | 5091200 |
| 17-Dec-13 | 12715377 | 28-Mar-14 | 104356628 |
| 23-Dec-13 | 204677190 | 3-Apr-14 | 121350030 |
| 2-Jan-14 | 5705000 | 12-Apr-14 | 16753848 |
| 7-Jan-14 | 24791000 | 21-Apr-14 | 6144094 |
| 10-Jan-14 | 28365814 | 25-Apr-14 | 54687863 |
| 15-Jan-14 | 87369333 | 28-Apr-14 | 21315000 |
| 20-Jan-14 | 42433993 | 5-May-14 | 98204392 |
| 22-Jan-14 | 202484172 | 16-May-14 | 6962500 |
| 23-Jan-14 | 30726030 | 20-May-14 | 2372281 |
| 27-Jan-14 | 92094832 | 2-Jun-14 | 46900000 |
| 29-Jan-14 | 2493264 | 4-Jun-14 | 86730039 |
| 5-Feb-14 | 5587500 | 5-Jun-14 | 25329061 |
| 10-Feb-14 | 123218558 | 6-Jun-14 | 42278135 |
| 11-Feb-14 | 22615000 | 13-Jun-14 | 51905305 |

LAMPIRAN A (Lanjutan)

| Tanggal | Biaya Klaim (Rp) | Tanggal | Biaya Klaim (Rp) |
|----------------|-----------------------------|----------------|-----------------------------|
| 16-Jun-14 | 16127883 | 25-Sep-14 | 28164952 |
| 20-Jun-14 | 11712835 | 14-Oct-14 | 62040594 |
| 23-Jun-14 | 20564194 | 20-Oct-14 | 207889296 |
| 25-Jun-14 | 76951378 | 6-Nov-14 | 16500000 |
| 27-Jun-14 | 52661049 | 10-Nov-14 | 22087568 |
| 1-Jul-14 | 20535000 | 19-Nov-14 | 20690000 |
| 10-Jul-14 | 1889717 | 20-Nov-14 | 27287500 |
| 15-Jul-14 | 150499245 | 18-Aug-14 | 20927579 |
| 17-Jul-14 | 8483030 | 1-Sep-14 | 5005000 |
| 21-Jul-14 | 21419949 | 23-Sep-14 | 5585556 |
| 22-Jul-14 | 6190159 | 24-Sep-14 | 41908874 |
| 24-Jul-14 | 70760259 | 25-Sep-14 | 28164952 |
| 6-Aug-14 | 25411250 | 14-Oct-14 | 62040594 |
| 11-Aug-14 | 4908750 | 20-Oct-14 | 207889296 |
| 15-Aug-14 | 6304000 | 6-Nov-14 | 16500000 |
| 18-Aug-14 | 20927579 | 10-Nov-14 | 22087568 |
| 1-Sep-14 | 5005000 | 19-Nov-14 | 20690000 |
| 23-Sep-14 | 5585556 | 20-Nov-14 | 27287500 |
| 24-Sep-14 | 41908874 | | |

LAMPIRAN A (Lanjutan)**A.2 Data Harian Klaim Meninggal PT. Y**

| DATA HARIAN KLAIM MENINGGAL | | | |
|------------------------------------|-----------------------------|----------------|-----------------------------|
| Tanggal | Biaya Klaim (Rp) | Tanggal | Biaya Klaim (Rp) |
| 2-Jan-12 | 10000000 | 7-Dec-12 | 17195267 |
| 31-Jan-12 | 19569177 | 22-Jan-13 | 22000000 |
| 8-Feb-12 | 4000000 | 25-Jan-13 | 3000000 |
| 9-Feb-12 | 11000000 | 30-Jan-13 | 4038207 |
| 10-Feb-12 | 34040000 | 31-Jan-13 | 30000000 |
| 7-Mar-12 | 20000000 | 5-Feb-13 | 280000 |
| 28-Mar-12 | 30000000 | 28-Feb-13 | 20000000 |
| 21-May-12 | 10000000 | 13-Mar-13 | 13995124 |
| 14-Jun-12 | 5000000 | 20-Mar-13 | 45000000 |
| 11-Jul-12 | 13838216 | 25-Apr-13 | 20640000 |
| 18-Jul-12 | 10000000 | 23-May-13 | 5000000 |
| 20-Jul-12 | 2034333 | 29-May-13 | 60000000 |
| 24-Jul-12 | 440000 | 19-Jun-13 | 5000000 |
| 31-Jul-12 | 6102716 | 21-Jun-13 | 119423333 |
| 31-Aug-12 | 9886000 | 22-Jul-13 | 12127005 |
| 11-Sep-12 | 30000000 | 25-Jul-13 | 9021526 |
| 14-Sep-12 | 4945055 | 2-Aug-13 | 20000000 |
| 15-Oct-12 | 53000000 | 20-Aug-13 | 5000000 |
| 16-Oct-12 | 17121620 | 23-Aug-13 | 17042866 |
| 19-Oct-12 | 10000000 | 19-Sep-13 | 39234911 |
| 31-Oct-12 | 10000000 | 23-Sep-13 | 5397842 |
| 7-Nov-12 | 4000000 | 4-Oct-13 | 8000000 |
| 27-Nov-12 | 25000000 | 9-Oct-13 | 13456063 |
| 4-Dec-12 | 58124118 | 21-Oct-13 | 37538750 |

LAMPIRAN A (Lanjutan)

| Tanggal | Biaya Klaim (Rp) | Tanggal | Biaya Klaim (Rp) |
|----------------|-----------------------------|----------------|-----------------------------|
| 31-Oct-13 | 67200000 | 6-Jun-14 | 13812655 |
| 8-Nov-13 | 22172991 | 9-Jun-14 | 89696712 |
| 13-Nov-13 | 46646225 | 2-Jul-14 | 64151276 |
| 22-Nov-13 | 26918590 | 4-Jul-14 | 16806208 |
| 26-Feb-14 | 26217244 | 7-Jul-14 | 21384348 |
| 4-Mar-14 | 60000000 | 1-Sep-14 | 5000000 |
| 15-Apr-14 | 5000000 | 15-Sep-14 | 50000000 |
| 25-Apr-14 | 13000000 | 18-Sep-14 | 13370000 |
| 29-Apr-14 | 10000000 | 19-Sep-14 | 16931324 |
| 8-May-14 | 7132500 | 2-Oct-14 | 10000000 |
| 12-May-14 | 28349769 | 6-Oct-14 | 267654836 |
| 21-May-14 | 32000000 | 20-Oct-14 | 38701000 |
| 23-May-14 | 113461500 | 23-Oct-14 | 3000000 |
| 26-May-14 | 2564794 | 29-Oct-14 | 3000000 |
| 3-Jun-14 | 29476182 | 7-Nov-14 | 7000000 |

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN B

STATISTIK DESKRIPTIF DATA KLAIM

B.1 Statistik Deskriptif Data Klaim Penebusan

| Descriptive Statistics: Penebusan | | | | | |
|-----------------------------------|-----------|---------|----------|----------|----------|
| Variable | N | N* | Mean | SE Mean | StDev |
| Penebusan | 232 | 0 | 29783645 | 2783362 | 42394900 |
| Variable | Minimum | Q1 | Median | Q3 | |
| Penebusan | 5533 | 4930313 | 14561061 | 32956965 | |
| Variable | Maximum | | | | |
| Penebusan | 257433049 | | | | |

B.2 Statistik Deskriptif Data Klaim Meninggal

| Descriptive Statistics: Klaim Meninggal | | | | | |
|---|-----------|---------|----------|----------|----------|
| Variable | N | N* | Mean | SE Mean | StDev |
| Meninggal | 78 | 0 | 26168465 | 4137176 | 36538549 |
| Variable | Minimum | Q1 | Median | Q3 | |
| Meninggal | 280000 | 6775679 | 15400666 | 30000000 | |
| Variable | Maximum | | | | |
| Meninggal | 267654836 | | | | |

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN C**DATA EKSTRIM KLAIM****C.1 Data Ektrim Klaim Penebusan**

| Observasi ke- | Biaya Klaim (Rp) | Observasi ke- | Biaya Klaim (Rp) |
|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|
| 1 | 78616790 | 15 | 111483568 |
| 2 | 78454091 | 16 | 116507830 |
| 3 | 77579883 | 17 | 121350030 |
| 4 | 76951378 | 18 | 123218558 |
| 5 | 86730039 | 19 | 132757750 |
| 6 | 87369333 | 20 | 142750467 |
| 7 | 87625000 | 21 | 150499245 |
| 8 | 89277326 | 22 | 152405000 |
| 9 | 90170171 | 23 | 175848853 |
| 10 | 92094832 | 24 | 177965186 |
| 11 | 98204392 | 25 | 202484172 |
| 12 | 104356628 | 26 | 204677190 |
| 13 | 109322726 | 27 | 207889296 |
| 14 | 111157833 | 28 | 257433049 |

C.2 Data Ektrim Klaim Meninggal

| Observasi ke- | Biaya Klaim (Rp) |
|----------------------|-------------------------|
| 1 | 67200000 |
| 2 | 89696712 |
| 3 | 113461500 |
| 4 | 119423333 |
| 5 | 267654836 |

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN D***LISTING PROGRAM ITERASI NEWTON-RAPHSON
PADA MATLAB***

```

function newtonraphson
    clc;
    clear;
    disp('Program Metode Newton Raphson');
    disp('=====');
    E=0.0001;
    fx= input('Isikan persamaan non-linearnya
(string)      : ');
    x0=input('Masukkan nilai awal :');
    M=input('Masukkan nilai M: ');
    i=0;
    xb=0;

    disp('_____');
    disp(' i      xi      f(xi)');
    df(xi)      epsilon');
    disp('_____');

    Es=0;
    h=0.5;
    while (i<M)
        f=inline(fx);
        f1=f(x0);
        gx=(f(x0+h)-f(x0-h))/(2*h);
        xb=x0-(f1/gx);
        Es= abs(xb-x0);
    if gx==0
        break
    elseif Es<E
        x0=xb;
        break
    else
        x0=xb-f1/gx;

```

LAMPIRAN D (Lanjutan)

```
end
    x0=xb;
    i=i+1;
    fprintf('%3.0f %12.6f %12.6f %12.6f
%12.6f\n',i,xb,f1,gx,Es);
end
    disp('-----
-----')
    fprintf('Akarnya Adalah = %10.8f\n',xb);
end
```

LAMPIRAN E

ESTIMASI PARAMETER *GENERALIZED PARETO DISTRIBUTION*

E.1 Estimasi Parameter Klaim Penebusan

Attaching package: 'extRemes'

The following object(s) are masked from 'package:stats':

qqnorm, qqplot

No optimization method selected. Using "Nelder-Mead" (use 'help(optim)' for more details)

Likelihood ratio test (5% level) for $\xi=0$ does not reject Exponential hypothesis.
likelihood ratio statistic is 0.4255404 < 3.841459 1 df chi-square critical value.

p-value for likelihood-ratio test is 0.5141854

Convergence successfull!

[1] "Threshold = 74996943"

[1] "Number of exceedances of threshold = 28"

[1] "Exceedance rate (per year)= 44.0818965517241"

[1] "Maximum Likelihood Estimates:"

MLE Std. Err.

Scale (sigma): 6.056517e+07 5931.6424491

Shape (xi): -1.673011e-01 0.1219606

[1] "Negative log-likelihood: 525.049165934164"

LAMPIRAN E (Lanjutan)

Parameter covariance:

```

      [,1]      [,2]
[1,] 3.518438e+07 -0.38673384
[2,] -3.867338e-01 0.01487438
[1] "Convergence code (see help file for optim): 0"
NULL

```

E.2 Estimasi Parameter Klaim Meninggal

Model name: gpd.fit2No optimization method selected.
Using "Nelder-Mead" (use 'help(optim)' for more details)

Likelihood ratio test (5% level) for $\xi=0$ does not reject
Exponential hypothesis.
likelihood ratio statistic is 0.03647616 < 3.841459 1 df
chi-square critical value.

p-value for likelihood-ratio test is 0.8485355

Convergence successfull!

[1] "Threshold = 64836482"

[1] "Number of exceedances of threshold = 5"

[1] "Exceedance rate (per year)= 23.4134615384615"

[1] "Maximum Likelihood Estimates:"

MLE Std. Err.

Scale (sigma): 5.870330e+07 1.677722e+04

Shape (xi): 1.234475e-01 4.169216e-01

[1] "Negative log-likelihood: 95.0566495201714"

LAMPIRAN E (Lanjutan)

Parameter covariance:

[,1] [,2]

[1,] 2.814750e+08 -3.1288258

[2,] -3.128826e+00 0.1738237

[1] "Convergence code (see help file for optim): 0"

NULL

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN F**TABEL *KOLMOGOROV-SMIRNOV***

| Nu | α | | |
|-----------|----------------------------|-------------|-------------|
| | 0.10 | 0.05 | 0.01 |
| 1 | 0.950 | 0.975 | 0.995 |
| 2 | 0.776 | 0.842 | 0.929 |
| 3 | 0.636 | 0.708 | 0.829 |
| 4 | 0.565 | 0.624 | 0.734 |
| 5 | 0.510 | 0.563 | 0.669 |
| 6 | 0.468 | 0.520 | 0.617 |
| 7 | 0.436 | 0.483 | 0.576 |
| 8 | 0.410 | 0.454 | 0.542 |
| 9 | 0.387 | 0.430 | 0.513 |
| 10 | 0.369 | 0.409 | 0.489 |
| 11 | 0.352 | 0.391 | 0.468 |
| 12 | 0.338 | 0.375 | 0.450 |
| 13 | 0.325 | 0.361 | 0.432 |
| 14 | 0.314 | 0.349 | 0.418 |
| 15 | 0.304 | 0.338 | 0.404 |
| 16 | 0.295 | 0.327 | 0.392 |
| 17 | 0.286 | 0.318 | 0.381 |
| 18 | 0.279 | 0.309 | 0.371 |
| 19 | 0.271 | 0.301 | 0.361 |
| 20 | 0.265 | 0.294 | 0.352 |
| 21 | 0.259 | 0.287 | 0.344 |
| 22 | 0.253 | 0.281 | 0.337 |
| 23 | 0.247 | 0.275 | 0.330 |
| 24 | 0.242 | 0.269 | 0.323 |

LAMPIRAN F (Lanjutan)

| Nu | α | | |
|-----------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | 0.10 | 0.05 | 0.01 |
| 25 | 0.238 | 0.264 | 0.317 |
| 26 | 0.233 | 0.259 | 0.311 |
| 27 | 0.229 | 0.254 | 0.305 |
| 28 | 0.225 | 0.250 | 0.300 |
| 29 | 0.221 | 0.246 | 0.295 |
| 30 | 0.218 | 0.242 | 0.290 |
| 31 | 0.214 | 0.238 | 0.285 |
| 32 | 0.211 | 0.234 | 0.281 |
| 33 | 0.208 | 0.231 | 0.277 |
| 34 | 0.205 | 0.227 | 0.273 |
| 35 | 0.202 | 0.224 | 0.269 |
| > 35 | $\frac{1.224}{\sqrt{\text{Nu}}}$ | $\frac{1.358}{\sqrt{\text{Nu}}}$ | $\frac{1.628}{\sqrt{\text{Nu}}}$ |

LAMPIRAN G

LISTING PROGRAM UJI KESESUAIAN DISTRIBUSI DENGAN MACRO MINITAB

```

macro
#input x.i = data ke-i; f.i = frekuensi data ke-i;p banyak data;
xi=shape;sigma= scale; u=threshold
#kolom fkum=frek.kumulatif; s=S(x); h=F(x)

KS x f p xi sigma u Dtabel
mcolumn x f fkum s h D D1 Dm
mconstant i p t xi sigma u Dhit Dtabel
let fkum=pars(f)
let t=sum(f)

do i=1:p
let s(i)=fkum(i)/t
let h(i)=1-(1+(xi*(x(i)-u)/sigma))**(-1/xi)
let D(i)=abs(s(i)-h(i))

if i=1
let D1(i)=abs(h(i))
else
let D1(i)=abs(s(i-1)-h(i))
endif
enddo

let Dm=rmax(D,D1)
let Dhit=max(Dm)
print Dhit
print Dtabel

if Dhit>Dtabel
print 'Kesimpulan: TOLAK H0, data tidak mengikuti
distribusi generalized pareto'
else

```

LAMPIRAN G (Lanjutan)

```
print 'Kesimpulan: GAGAL TOLAK H0, data mengikuti  
distribusi generalized pareto'  
endif  
endmacro
```

LAMPIRAN H

HASIL UJI KESESUAIAN DISTRIBUSI

H.1 Hasil Uji Kesesuaian Distribusi Klaim Penebusan

```
MTB > %D:/UJI_KS.txt C11 C12 28 -0.1673011
60565170 74996943 0.250
Executing from file: D:/UJI_KS.txt
```

Data Display

```
Dhit      0.111018
```

Data Display

```
Dtabel    0.250000
```

Data Display

Kesimpulan: GAGAL TOLAK H_0 , data mengikuti distribusi generalized pareto

H.2 Hasil Uji Kesesuaian Distribusi Klaim Meninggal

```
MTB > %D:/UJI_KS.txt C13 C14 5 0.1234475 58703300
64836482 0.563
Executing from file: D:/UJI_KS.txt
```

Data Display

```
Dhit      0.214672
```

LAMPIRAN H (Lanjutan)**Data Display**

Dtabel 0.563000

Data Display

Kesimpulan: GAGAL TOLAK H_0 , data mengikuti distribusi generalized pareto

BIODATA PENULIS



Shafarina Putri Sukmayani atau biasa dipanggil Putri lahir di Denpasar, 27 Desember 1993. Pendidikan formal yang pernah ditempuh penulis yaitu TK Aisyiah Bustanul Athfal 2 Denpasar, SD Negeri 1 Sesetan, SMP Negeri 10 Denpasar, dan SMA Negeri 7 Denpasar. Penulis menempuh pendidikan S1 di Jurusan Matematika Institut Teknologi Sepuluh Nopember dengan bidang minat Matematika Terapan. Selama kuliah penulis aktif

di beberapa organisasi, yaitu HIMATIKA ITS, UKM Fotografi ITS (UKAFO ITS), dan Surabaya Sampoerna Foundation Scholars Club (SSFSC). Selain aktif dalam organisasi, penulis aktif mengikuti kepanitiaan berbagai acara, seperti ITS EXPO, OMITS, Gathering Alumni Mahasiswa Matematika ITS, dll. Demikian biodata tentang penulis. Segala kritik, saran dan pertanyaan mengenai Tugas Akhir ini, dapat menghubungi penulis melalui email Shafarinaputri@yahoo.com.